



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE ELEKTRO PRO KOMERČNÍ OBJEKT

PROJECT DOCUMENTATION OF ELECTRICAL WIRING FOR COMERCIAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Vondráček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

BRNO 2020

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: David Vondráček

ID: 196816

Ročník: 3

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Projektová dokumentace elektro pro komerční objekt

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení s problematikou silových a datových instalací
2. Definice zásad pro tvorbu projektové dokumentace elektro
3. Osvojení základních dovedností s projekčními programy
4. Zpracování realizačního projektu elektroinstalace pro komerční objekt (výkresová i textová část)

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 10.6.2020

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Vysoké učení technické v Brně / Technická 3058/10 / 616 00 / Brno

Bibliografická citace práce:

VONDRÁČEK, David. *Projektová dokumentace elektro pro komerční objekt* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127279>.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Petr Mastný.

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.“

V Brně dne: 9.6.2020

.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Petru Mastnému Ph.D. za jeho vstřícnou nápomoc, cenné rady, věcné připomínky k tvorbě práce a hlavně projektové dokumentace.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá vytvořením dokumentace elektro pro komerční objekt. Jejím cílem je seznámení se s teoretickou problematikou návrhu elektroinstalace obecně a zpracování realizačního projektu pro dřevozpracující dílnu. První teoretická část práce se především věnuje důležitým poznatkům a normativním požadavkům na silnoproudé, slaboproudé rozvody a návrh vnější a vnitřní ochrany před bleskem. Druhá praktická část práce řeší zpracování realizačního projektu elektro výkresové i textové části pro dřevozpracující dílnu. Projektová dokumentace zahrnuje zpracování technické zprávy, určení protokolu o vnějších vlivech, návrh zásuvkových a světelných obvodů včetně výpočtu osvětlení, kompletní ochranu před bleskem a řízení rizika, elektronický požární systém a návrh hlavního a podružného rozváděče objektu.

KLÍČOVÁ SLOVA: Elektroinstalace; LPS; vnější vlivy; silnoproudá elektroinstalace; osvětlení; EPS; rozváděč.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the creation of electrical documentation for a commercial building. It aims to introduce theoretical problems of electrical design in general and the processing of implementation project for a woodworking workshop. The theoretical part of the thesis is mainly devoted to important findings and normative requirements for high-current, low-current distributions, and a draft of external and internal lighting protection. The practical part of the thesis deals with the processing of the implementation project of electrical drawing and text parts for a woodworking workshop. The project documentation includes the preparation of a technical report, the determination of the protocol on external influences, a draft of socket and light circuits, including lighting calculation, complete lighting protection, and risk management, electronic fire system, and a draft of the main and the sub-switchboard of the building.

KEY WORDS: Electrical instalation; LPS; external influence; heavy-current installation; lighting; fire alarm systém; switchboard.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 9 |
| SEZNAM TABULEK | 10 |
| SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 11 |
| 1 ÚVOD | 12 |
| 2 VNĚJŠÍ VLIVY | 13 |
| 3 OCHRANNÁ OPATŘENÍ PRO ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI | 14 |
| 3.1 KRYTÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ..... | 15 |
| 4 KABELOVÉ ROZVODY A ELEKTROINSTALACE | 17 |
| 4.1 ULOŽENÍ | 17 |
| 4.2 INSTALAČNÍ ZÓNY | 17 |
| 4.3 PROSTORY S VANOU NEBO SPRCHOU | 18 |
| 4.4 UMÝVACÍ PROSTOR..... | 20 |
| 4.5 ZÁSUVKOVÉ OBVODY..... | 21 |
| 4.6 SVĚTELNÉ OBVODY | 22 |
| 4.7 STRUKTUROVANÁ KABELÁŽ..... | 26 |
| 4.7.1 TOPOLOGIE SÍTÍ..... | 26 |
| 4.7.2 DATOVÉ ROZVODY A JEJICH INSTALACE | 26 |
| 4.8 EPS..... | 28 |
| 4.8.1 DETEKTORY POŽÁRU | 28 |
| 4.8.2 ÚSTŘEDNY EPS..... | 29 |
| 5 LPS | 31 |
| 5.1 URČENÍ TŘÍDY LPS A ŘÍZENÍ RIZIKA..... | 31 |
| 5.2 VNĚJŠÍ LPS..... | 33 |
| 5.2.1 VÝBĚR VNĚJŠÍHO LPS..... | 33 |
| 5.2.2 JÍMACÍ SOUSTAVA..... | 33 |
| 5.2.3 SVODY..... | 36 |
| 5.2.4 UZEMŇOVACÍ SOUSTAVA | 37 |
| 5.2.5 ELEKTRICKÁ IZOLACE VNĚJŠÍHO LPS | 38 |
| 5.3 VNITŘNÍ LPS..... | 39 |
| 5.3.1 EKVIPOTENCIÁLNÍ POSPOJOVÁNÍ..... | 39 |
| 5.3.2 SPD | 40 |
| 6 PROSTORY S NEBEZPEČÍM POŽÁRU V DŮSLEDKU ZPRACOVANÝCH NEBO SKLADOVANÝCH HMOT BE2 | 41 |
| 6.1 OBECNÉ POŽADAVKY NA ELEKTROINSTALACI V DÍLNĚ PRO ZPRACOVÁNÍ DŘEVA..... | 41 |
| 6.2 OCHRANA KONCOVÝCH OBVODŮ..... | 41 |
| 6.3 OBVODY NAPÁJEJÍCÍ NEBO PROCHÁZEJÍCÍ PROSTORY S VNĚJŠÍM VLIVEM BE2 | 41 |
| 6.4 VODIČE PEN | 42 |

| | |
|---|----|
| 6.5 ODPOJOVÁNÍ | 42 |
| 6.6 PRŮCHOD VEDENÍ S VNĚJŠÍM VLIVEM BE2 | 42 |
| 7 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE | 43 |
| 7.1 PÍSEMNÁ DOKUMENTACE | 43 |
| 7.2 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE | 43 |
| 8 ZÁVĚR | 44 |
| 9 POUŽITÁ LITERATURA | 46 |
| 10 SEZNAM PŘÍLOH | 48 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|-----------|
| <i>Obrázek 1: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích [8]</i> | <i>17</i> |
| <i>Obrázek 2: Zóny pro ukládání elektrického vedení v kuchyni, pracovně [8]</i> | <i>18</i> |
| <i>Obrázek 3: Vymezení zón pro prostory s koupací vanou [9]</i> | <i>19</i> |
| <i>Obrázek 4: Vymezení zón pro prostory se sprchou bez vaničky [9]</i> | <i>20</i> |
| <i>Obrázek 5: Umývací prostor [8]</i> | <i>20</i> |
| <i>Obrázek 6: Schéma zapojení spínače č.5 [13]</i> | <i>24</i> |
| <i>Obrázek 7: Schéma zapojení spínače č. 6 [13]</i> | <i>25</i> |
| <i>Obrázek 8: Schéma zapojení spínače č. 7 [13]</i> | <i>25</i> |
| <i>Obrázek 9: Zapojení datového kabelu [19]</i> | <i>27</i> |
| <i>Obrázek 10: Ústředna EPS DETECT 3004+ [18]</i> | <i>29</i> |
| <i>Obrázek 11: Propojení detektorů linkou [18]</i> | <i>30</i> |
| <i>Obrázek 12: Propojení detektorů smyčkou [18]</i> | <i>30</i> |
| <i>Obrázek 13: Koule valící se přes objekty [3]</i> | <i>34</i> |
| <i>Obrázek 14: Ochranný úhel α [°] v závislosti na třídě LPS a výšce h [m] jímací soustavy [3]</i> | <i>35</i> |
| <i>Obrázek 15: Ochranný prostor vymezený ochranným úhlem [3]</i> | <i>35</i> |
| <i>Obrázek 16: Ochranný úhel v závislosti na výšce od referenční roviny [2]</i> | <i>35</i> |
| <i>Obrázek 17: Kombinace různých typů jímáčů [2]</i> | <i>36</i> |
| <i>Obrázek 18 : Minimální délka každého zemniče dle třídy LPS [3]</i> | <i>38</i> |
| <i>Obrázek 19: Zóny ochrany před bleskem [1]</i> | <i>40</i> |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabulka 1: Stupně ochrany krytím IP [16]</i> | <i>16</i> |
| <i>Tabulka 2: Minimální počet zásuvkových vývodů [8]</i> | <i>21</i> |
| <i>Tabulka 3: Požadované osvětlení pro prostory, úkoly a činnosti [17]</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabulka 4: Třídění spínačů podle možných zapojení dle čísla řazení [12]</i> | <i>24</i> |
| <i>Tabulka 5: Minimální odstup silových a datových vedení [19]</i> | <i>27</i> |
| <i>Tabulka 6: Doporučené třídy LPS [2]</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabulka 7: Velikost valící se koule závislá na třídě LPS [3]</i> | <i>34</i> |
| <i>Tabulka 8: Velikosti ok mřížové soustavy v závislosti na třídě LPS [3]</i> | <i>36</i> |
| <i>Tabulka 9: Typické hodnoty vzdáleností mezi svody dle třídy LPS [3]</i> | <i>37</i> |
| <i>Tabulka 10: Minimální rozměry vodičů [2]</i> | <i>39</i> |
| <i>Tabulka 11: Minimální rozměry vodičů [2]</i> | <i>39</i> |

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|------------------|--|
| A | Ampér |
| Al | Hliník |
| AYKY | Kabel s hliníkovými žilami a PVC izolací |
| cm | Centimetr |
| Cu | Měď |
| CYKY | Kabel s měděnými žilami a PVC izolací |
| ČSN | Česká technická norma |
| EB | Ekvipotencionální pospojování |
| E _m | Udržovaná osvětlenost na srovnávací rovině |
| EN | Evropská norma |
| EPS | Elektronická požární signalizace |
| LPL | Hladina ochrany před bleskem |
| LPS | Lightning protective system (ochrana před bleskem) |
| Lx | Lux |
| m | Metr |
| mm | Milimetr |
| mm ² | Milimetr čtvereční |
| PE | Ochranný vodič |
| PELV | Protective extra low voltage (bezpečné malé napětí) |
| PEN | Vodič slučující funkci ochranného a středního vodiče |
| PVC | Polyvinylchlorid |
| R _a | Minimální index podání barev |
| RCD | Residual Current Device (Proudový chránič) |
| SELV | Safety extra low voltage (bezpečné malé napětí) |
| SPD | Přepět'ové ochrany zařízení |
| TNI | Technické normalizační informace |
| UGR _L | Jednotné omezení osvětlení |
| V | Volt |
| VA | Voltampér |
| W | Watt |
| °C | Stupně celsia |
| Ω | Ohm |

1 ÚVOD

Práce se věnuje problematice spojené s vytvořením projektové dokumentace elektro. Projektant by měl před návrhem rozumět široké problematice, se kterou se v návrhu setkává a v případě nevědomosti znát, kde potřebné informace vyhledat. Tím jsou míněny platné normy ČSN, ze kterých práce čerpá především. S postupem času jsou kladena na elektrická zařízení a elektroinstalace čím dál větší požadavky, to samozřejmě platí i z hlediska bezpečnosti. Proto je nutné, aby projektant měl ucelený a hlavně aktuální přehled o řešeném problému v návrhu a jeho návrh by spolehlivý, funkční, hospodárný a maximálně bezpečný. Tyto nabyté teoretické znalosti a informace jsou spolu s požadavky zadavatele implementovány projektantem do textové a výkresové dokumentace každého projektu.

Základně se práce dělí na dvě části. První část se tedy zabývá některými teoretickými znalostmi, které jsou potřebné pro správný návrh a druhou částí práce je projektová dokumentace elektroinstalace dřevozpracující dílny pro realizaci. Projektová dokumentace je přílohou této práce.

V první části jsou probrány kapitoly jako vnější vlivy, ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti, kabelové rozvody a elektroinstalace, LPS a zásady projektové dokumentace. V problematice kabelových rozvodů elektroinstalace jsou uvedeny možné uložení a instalační zóny v bytových prostorách, požadavky na elektroinstalaci v prostorách umývacích nebo s vanou a sprchou. Dále jsou blíže popsány zásuvkové a světelné obvody se spínacími prvky. Ze slaboproudé elektroinstalace jsou zmíněny datové rozvody a definován elektronický požární systém. V kapitole LPS jsou důkladně vyličený veškeré části ochrany před bleskem a vysvětleny zákonitosti potřebné k návrhu. Kapitola LPS se dělí na vnější a vnitřní ochranu před bleskem. Dále jsou definovány speciální požadavky na elektroinstalaci v prostorách, kde dochází ke zpracování nebo skladování hořlavých hmot a jsou popsány zásady projektové dokumentace.

V druhé, a to praktické části, je zpracována projektová dokumentace elektroinstalace dřevozpracující dílny pro realizaci. Textová část dokumentace zahrnuje technickou zprávu, určení protokolu o vnějších vlivech, řízení rizika, výpočet osvětlení jako výstup z programu DIALux a soupis materiálu. Výkresová část dokumentace je tvořena dispozicí zásuvkových, světlených a datových rozvodů. Dále je navržen elektronický požární systém a nouzové únikové osvětlení. Poté jímací soustava s detailním nákresem svodu, zemnicí soustava a návrh hlavního a podružného rozváděče objektu.

2 VNĚJŠÍ Vlivy

Určení vnějších vlivů, respektive protokol o určení vnějších vlivů by měl předcházet každému projektovému návrhu, revizi nebo používání elektrické instalace. Z protokolu o určení vnějších vlivů vyplývají požadavky na elektrickou instalaci hlavně z hlediska bezpečnosti.

Vnější vlivy, jejich určování a protokol o určení vnějších vlivů nalezneme v normě TNI 33 2000-5-51.

Vnější vlivy třídíme dle specifického označení, které se skládá ze dvou písmen velké abecedy a jedné číslice.

- **První písmeno** značí všeobecnou kategorii vnějšího vlivu:
 - A vnější činitel prostředí;
 - B využití;
 - C konstrukce budovy. [6]
- **Druhé písmeno** značí povahu vnějšího vlivu. Například:
 - AA teplota okolí;
 - AD výskyt vody;
 - AF korozivní nebo znečišťující látky;
 - BA schopnost osob;
 - BE povaha zpracovaných či skladových materiálů (požár, výbuch);
 - CA stavební materiál (hořlavost). [7]
- **Číslice** značí třídu každého vnějšího vlivu. Vzestupně od nejmírnější třídy až k nejhorší. [6]

Tabulky pro zařazení do normálních, nebezpečných a zvlášť nebezpečných prostor dle určených vnějších vlivů najdeme v normě ČSN 33 2000-4-41 ed.2.

Pro prostory, které jsou jednoznačně považovány za normální nebo jsou přesně určeny normou, nemusíme vypracovávat protokol o určení vnějších vlivů. V takovém případě odkazujeme na normu nebo daný předpis. Vypracovaný protokol je archivován po celou dobu využívání zařízení či objektu a při případných změnách využití se musí vypracovávat znovu (stačí pouze v částech, ve kterých dochází ke změně). [7]

V protokolu uvádíme vnější vlivy dvěma způsoby. Uvedeme veškeré vnější vlivy nebo pouze vnější vlivy, které nejsou dle normy považovány za normální a odkážeme se na normu, že veškeré ostatní vlivy jsou považovány za normální. [6]

Protokol o ručení vnějších vlivů vypracovává komise složená z projektantů a specialistů. Komisi pro určení vnějších vlivů na popud elektro projektanta svolává hlavní inženýr projektu a má na starost určení účastníků komise. Komise je složena z odborníků na: [6]

- elektrotechnické části;
- stavební části;
- požární ochrany;
- technologie;
- bezpečnosti práce;
- technické zařízení budovy;
- přístrojového zařízení budovy. [6]

3 OCHRANNÁ OPATŘENÍ PRO ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI

Ochranou před úrazem elektrickým proudem se zejména zabývají normy ČSN EN 61140 ed.3 a ČSN 33 2000-4-41 ed. 3.

Při používání elektrických zařízení musí být lidé a zvířata náležitě chráněna před nebezpečnými účinky elektrického proudu. Ochranná opatření kombinujeme pro zajištění základní ochrany a ochrany při poruše. Případně používáme zvýšenou ochranu, která zajišťuje jak základní ochranu, tak ochranu při poruše. V každé části elektroinstalace musí být jedna či více ochrany, tato ochranná opatření se nesmí vzájemně ovlivňovat, aby porucha jednoho ochranného prvku nenarušila ostatní ochranná opatření. [14]

Ochrana před přímým i nepřímým dotykem (normální i poruchový stav):

- Malé napětí SELV nebo PELV – Jmenovité napětí uvažovaného elektrického zařízení nemůže přesáhnout hranici bezpečného malého napětí. [15]
- Omezení ustáleného proudu a náboje – Je ochrana, která určitými prostředky omezuje proud protékající lidským tělem na hodnotu, která nemůže způsobit úraz. [15]

Ochrana před přímým dotykem nebezpečných živých částí:

- Ochrana základní izolací – Jde o zabránění dotyku s živými částmi elektrického zařízení. Za izolované se považují části, které jsou úplně pokryté izolací a izolace je odstranitelná pouze zničením. [15]
- Ochrana přepážkami a kryty – Ochrany a přepážky jsou součástí elektrického zařízení a musí vyhovovat alespoň IP 2X a vodorovný horní povrch nejméně IP 4X. Odstranitelné jen s pomocí klíče nebo nástroje, případně při odstranění dojde k samočinnému odpojení živých částí. [15]
- Ochrana zábranou – Nejsou přímou součástí elektrického zařízení a nechrání před úmyslným dotykem, mají pouze zamezit nahodilému dotyku. Konstrukce ochrany zábranou se liší v souvislosti, zda je v prostorách přístupná laikům a nekvalifikovaným pracovníkům či nikoli. [15]
- Ochrana polohou – Nebezpečné živé části jsou umístěny mimo dosah ruky. Ochrana brání nahodilému dotyku. Záleží, zda jsou prostory přístupné laikům, v této závislosti se mění vzdálenosti ochrany polohou. Za současně nepřístupné dotyku dvou částí se předpokládá vzdálenost větší než 2,5 m. [15]
- Doplnková ochrana proudovým chráničem – Nesmí být použita jako jediná ochrana. Používá se v případě selhání opatření základní ochrany nebo ochrany při poruše. Používá se proudový chránič se jmenovitým rozdílovým proudem 30 mA (pokud norma neuvádí jinak) [15]

Ochrana před nepřímým dotykem nebezpečných neživých částí:

- Ochrana samočinným odpojením od zdroje – Ochranný přístroj musí v případě poruchy samočinně (automaticky) vybavit a vypnout přívod vodiče vedení do obvodu nebo elektrického zařízení a zabránit tak nebezpečí úrazu v důsledku velikosti a trvání dotykového napětí. Funkce a provedení této ochrany závisí na dalších faktorech, jako

provedení sítě a způsobu jejího uzemnění i provedení elektrických předmětů. Nutnou podmínkou správné funkce této ochrany je uzemnění všech neživých částí připojených k ochrannému vodiči sítě a jejich připojení na stejnou uzemňovací soustavu jednotlivě, po skupinách nebo společně, jsou-li současně přístupné dotyku. [15]

- Ochrana dvojitou či zesílenou izolací – V případě, že dojde k poruše základní izolace, tak dvojitá či zesílená izolace zabrání výskytu nebezpečného napětí na přístupných částech elektrického zařízení. [15]
- Ochrana nevodivým okolím – Tato ochrana spočívá v uzpůsobení okolí opatřeními, které mají zabránit současnému dotyku částí, jež mohou mít vlivem porušení základní izolace živých částí různý potenciál. [14]
- Ochrana neuzemněným místním pospojováním – Účelem této ochrany je zabránit výskytu nebezpečného dotykového napětí. Vodiče pospojování spojují vzájemně všechny neživé části a cizí vodivé části, které jsou současně přístupné dotyku. Soustava nesmí být v elektrickém spojení se zemí. [14]
- Ochrana elektrickým oddělením – Jedná se o opatření, která zamezují při dotyku neživých částí, jež by se v důsledku poruchy základní izolace obvodu mohly dostat pod napětí, vznikutí proudu způsobující úraz. Princip může spočívat například v jednoduchém galvanickém oddělení proudového obvodu. [14]

3.1 Krytí elektrických zařízení

Stupně ochrany krytem najdeme v normě ČSN 60529. Krytí tvoří součást elektrického zařízení a jedná se o konstrukční opatření. Označuje se písmeny IP a stupeň krytí je dán dvoučíslnou kombinací a případně přídatného a doplňkového písmene. [15]

- **První číslice** – udává stupeň ochrany osob před nebezpečným dotykem živých částí a stupeň ochrany zařízení před vnikem cizích pevných předmětů. [15]
- **Druhá číslice** – udává stupeň ochrany před vniknutím vody. [15]
- **Přídatné písmeno** – blíže specifikuje stupeň ochrany před nebezpečným dotykem.
 - **A** Chráněno před dotykem hřbetem ruky.
 - **B** Chráněno před dotykem prstem (sonda o průměru 12 mm a délce 80 mm).
 - **C** Chráněno před dotykem nástroje (sonda o průměru 2,5 mm a délce 100 mm).
 - **D** Chráněno před dotykem drátem (sonda o průměru 1 mm a délce 100 mm). [16]
- **Doplňkové písmeno** – podává doplňkovou informaci.
 - **H** Zařízení vysokého napětí.
 - **M** Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části zařízení (rotor točivého stroje) v pohybu.
 - **S** Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody jsou-li pohyblivé části zařízení (rotor točivého stroje) v klidu.
 - **W** Vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek, krytí je dosaženo dodatečnými ochrannými metodami. [16]

Tabulka 1: Stupně ochrany krytím IP [16]

| První číslice | Význam | Druhá číslice | Význam |
|---------------|---|---------------|---|
| 0 | Nechráněno | 0 | Nechráněno |
| 1 | Ochrana proti pevným tělesům větším než 50 mm | 1 | Ochrana proti kapající vodě |
| 2 | Ochrana proti pevným tělesům větším než 12,5 mm | 2 | Ochrana proti kapající vodě pod sklonem 15° |
| 3 | Ochrana proti pevným tělesům větším než 2,5 mm | 3 | Ochrana proti kroupení |
| 4 | Ochrana proti pevným tělesům větším než 1,0 mm | 4 | Ochrana proti stříkající vodě |
| 5 | Ochrana proti prachu | 5 | Ochrana proti tryskající vodě |
| 6 | Prachotěsnost | 6 | Ochrana proti vlnobití |
| | | 7 | Ochrana proti ponoření |
| | | 8 | Ochrana proti zaplavení |
| | | 9 | Ochrana proti tryskající vysokotlaké horké vodě |

4 KABELOVÉ ROZVODY A ELEKTROINSTALACE

Na rozvody elektroinstalace je kladeno mnoho požadavků. Hlavním požadavkem je samozřejmě bezpečnost jak za normálního stavu, tak při poruše. Dále je kladen důraz na vzhled, spolehlivost, správnou instalaci, hospodárnost rozvodů, odolnost proti rušení atd.

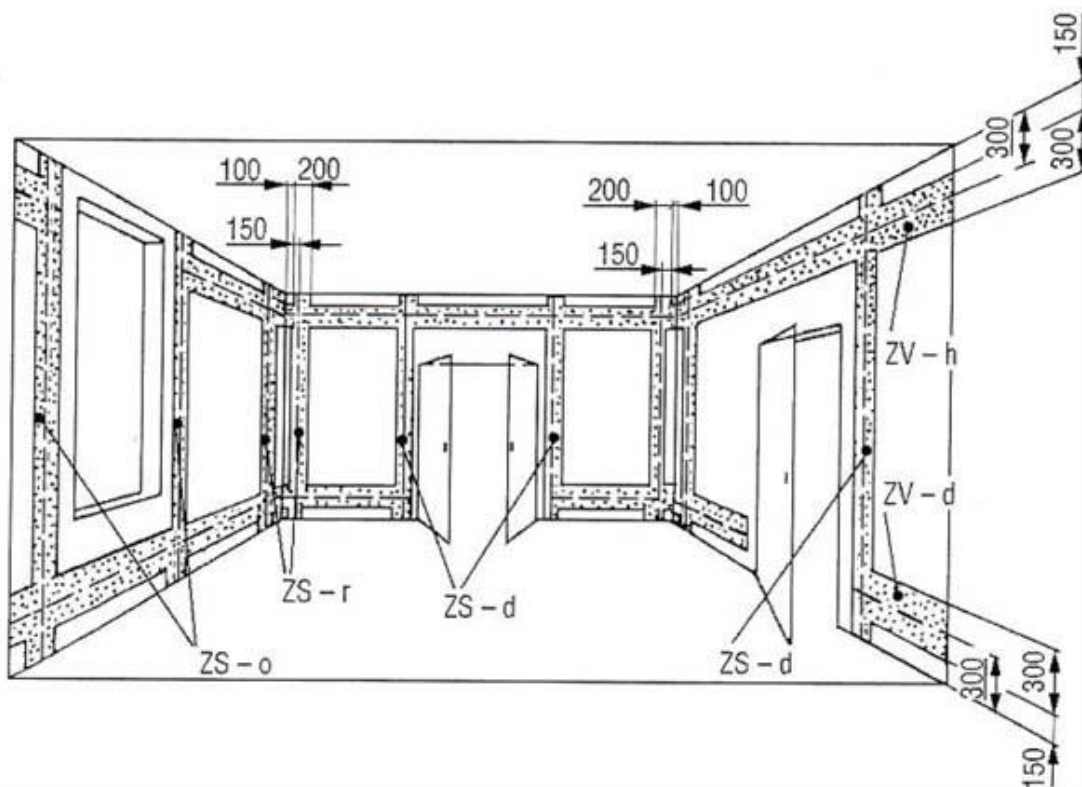
4.1 Uložení

Kabely ukládáme s ohledem na zajištění ochrany před vnějšími vlivy. V co nejkratší a nejprímější cestě, která je situací umožněna. Různé způsoby uložení kabelu mají vliv na jeho maximální proudové zatížení. Je potřeba se zaměřit na prostupy do budovy, aby byly správně provedeny a nevnikala do objektu například vlhkost. A také na protipožární zábrany. Tam, kde vedení prochází konstrukčními prvky budovy, musí být prostupy utěsněny v souladu se stupněm požární odolnosti v daném místě. Vždy se snažíme vedení ukládat skrytě, to platí hlavně pro bytové instalace. V nebytových nebo dodatečných instalacích je možné uložení na povrchu.

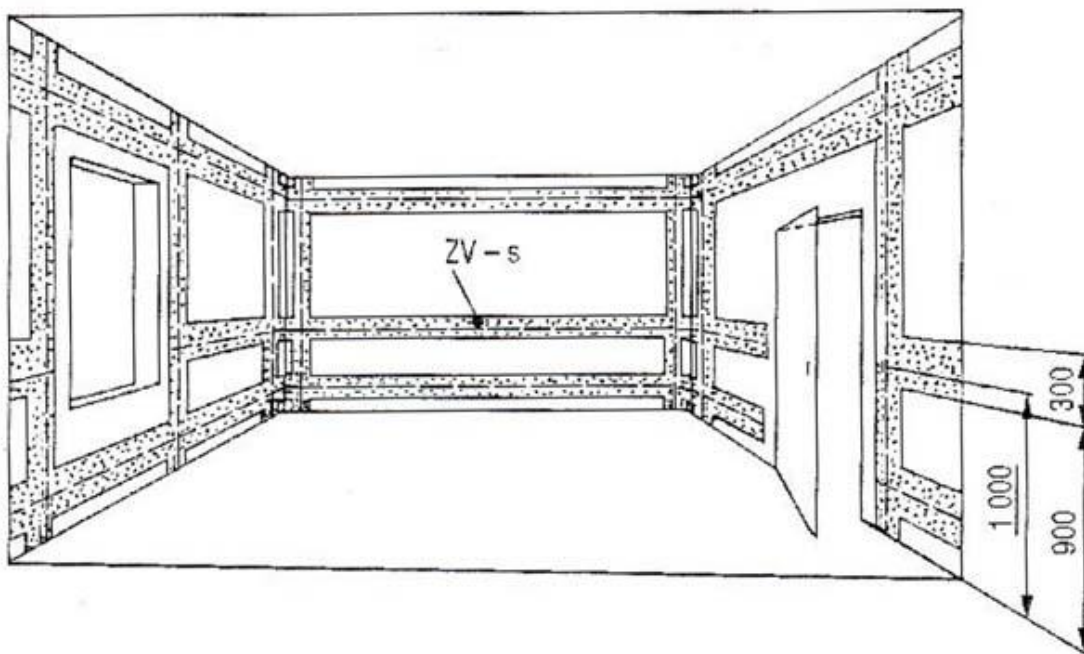
4.2 Instalační zóny

Pro ukládání vedení ve zdech bytů jsou určeny instalační zóny. Kabelové vedení, vývody, spínače a zásuvky umísťujeme výhradně do těchto zón. Pro okna a dvoukřídlá dveře jsou svislé instalační zóny po obou stranách. Pro klasické jednokřídlé dveře je svislá instalační zóna na straně kliky.[8]

Pro stropy a podlahy nejsou určeny instalační zóny, řídíme se normou ČSN 33 2000-5-52 ed.2.



Obrázek 1: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích [8]



Obrázek 2: Zóny pro ukládání elektrického vedení v kuchyni, pracovně [8]

- Vodorovné instalační zóny mají šířku 300 mm:
 - zóna vodorovná – horní (ZV – h) je od 150 mm do 450 mm pod dokončeným stropem;
 - zóna vodorovná – dolní (ZV – d) je od 150 mm do 450 mm nad dokončenou podlahou;
 - zóna vodorovná – střední (ZV – s) je od 900 mm do 1200 mm nad dokončenou podlahou. [8]
- Svislé instalační zóny mají šířku 200 mm:
 - zóna svislá – dveřní (ZS-d) je od 100 mm do 300 mm vedle dveřního otvoru (hrubé stavby)
 - zóna svislá – okenní (ZS-o) je od 100 mm do 300 mm vedle okenního otvoru (hrubé stavby)
 - zóna svislá – rohová (ZS-r) je od 100 mm do 300 mm vedle rohu místnosti (hrubé stavby). [8]

Spínače u dveří umístíme v ZS – d ve vzdálenosti 1050 mm nad hotovou podlahou. Spínače a zásuvky nad pracovní plochou umístíme v ZV – s ve vzdálenosti 1150 mm nad hotovou podlahou. [8]

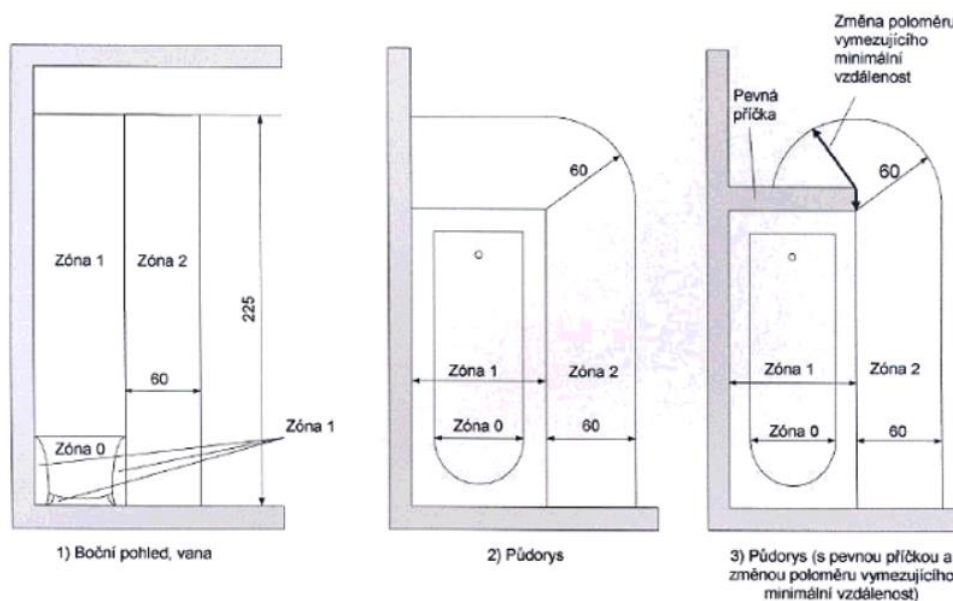
Vedení můžeme uložit mimo instalační zóny, pokud je uloženo ve zdi v trubkách a krycí vrstva trubky je minimálně 60 mm nebo v prefabrikovaných stěnových dílcích a je chráněno proti poškození. [8]

4.3 Prostory s vanou nebo sprchou

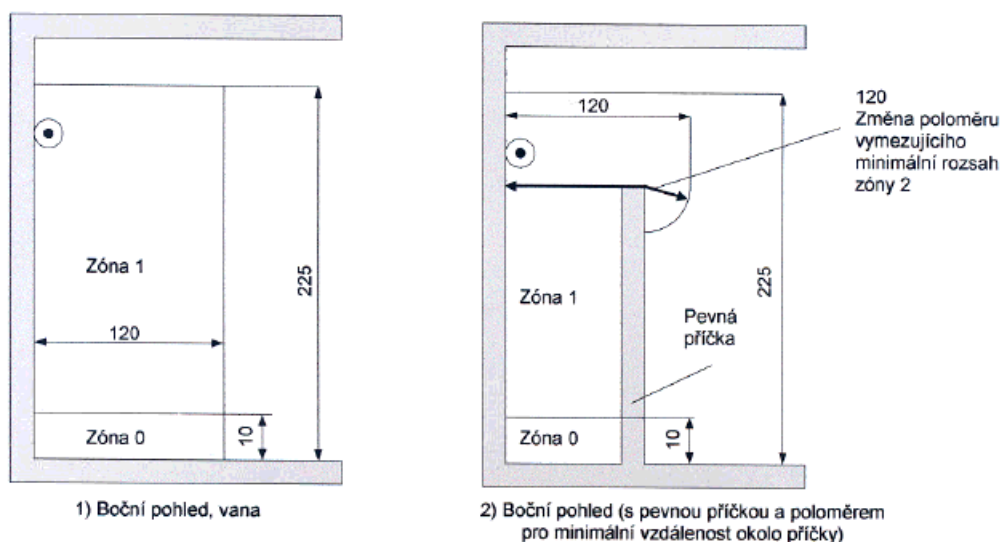
Norma ČSN 33 2000-7-701 ed.2 vyslovuje požadavky na elektroinstalaci v koupelnách (prostory s vanou nebo sprchou). Najdeme v ní například rozdělení na zóny, požadavky na místní pospojování, uložení el. vedení, doplňkovou ochranu atd.

Vymezení zón:

- Zóna 0
 - Je přímo vnitřní prostor vany nebo sprchové vaničky. V sprchovém koutu bez vaničky je tato zóna prostor od podlahy do výšky 10 cm a půdorys je shodný se zónou 1. [9]
 - V zóně 0 není možné instalovat spínače a ovladače. Pro elektroinstalaci musí být použito krytí minimálně IPX7. Je možné instalovat el. zařízení, které je určeno pro umístění do zóny 0, je upevněné s pevným elektrickým připojením a je chráněno SELV s napětím, které nepřesahuje AC 12 V nebo DC 30 V. [9]
- Zóna 1
 - Je prostor od podlahy do výšky 225 cm. Jestliže je sprchová hlavice umístěná výše než 225 cm, zóna 1 je až do výše sprchové hlavice nebo sprchového výtoku. Dále je ohraničena ve vzdálenosti 120 cm od neodnímatelné hlavice sprchy bez vaničky umístěné na stropě nebo stěně. Prostor pod vanou je vždy zóna 1. [9]
 - Musí být použito krytí minimálně IPX4. Je možno instalovat doplňky včetně zásuvek, odvodů chráněných použitím SELV nebo PELV s maximálním napětím AC 12 V a DC 30 V. Zdroj bezpečného napětí musí být umístěn mimo zóny 0, 1 a 2. Opět sem lze instalovat zařízení určené do této zóny a pouze upevněná elektrická zařízení s pevným elektrickým připojením. [9]
- Zóna 2
 - Je prostor ohraničený výškově 225 cm nad povrchem podlahy. Případně nejvýše upevněné sprchové hlavice nebo sprchového výtoku. Nad zónu 1 je zóna dva až ke stropu nebo do výšky 300 cm. Od vany je ve vzdálenosti 60 cm od zóny 1. Sprchy bez vaničky nemají zónu 2. (zóna 1 ve vodorovném rozměru 120 cm) [9]
 - Musí být použito krytí minimálně IPX4 (neplatí pro holicí strojky, které odpovídají ČSN EN 61558-2-5). Do zóny 2 je možné instalovat příslušenství kromě zásuvek, zásuvky napájené SELV nebo PELV (zdroj bezpečného napětí se musí umístit mimo zóny 1 a 2) a zásuvky signalizačního a komunikačního zařízení napájeného SELV a PELV. [9]



Obrázek 3: Vymezení zón pro prostory s koupací vanou [9]

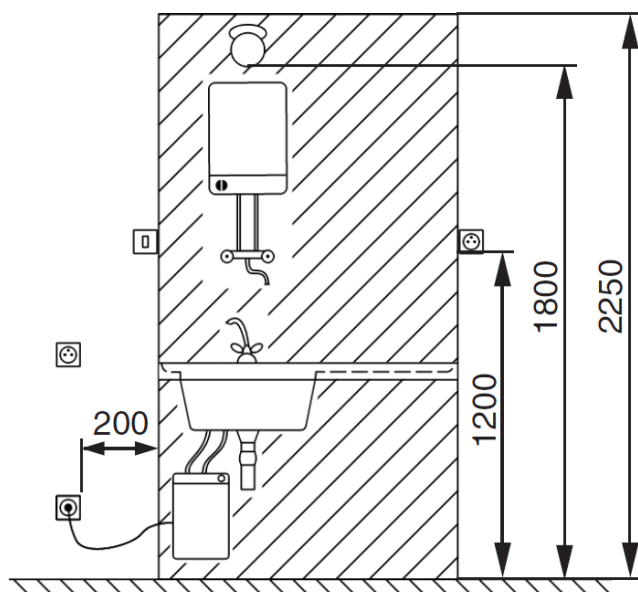


Obrázek 4: Vymezení zón pro prostory se sprchou bez vany [9]

4.4 Umývací prostor

Umístění zásuvek, spínačů a požadavky na elektrické zařízení v umývacím prostoru najdeme v normě ČSN 33 2130 ed. 3

Okolí umyvadla nebo dřezu, které slouží pouze k odkládání věcí, se nepovažuje za jeho součást. Je-li umyvadlo těsně zabudované do pracovní desky a pracovní deska řádně spojena se stěnou, tak tato deska ruší umývací prostor pod ní. V umývacím prostoru nesmějí být zásuvky a spínače, ale ve výšce alespoň 120 cm je můžeme umístit těsně na hranu. V případě že je chceme umístit níž, musí být minimálně 20 cm od umývacího prostoru. Zásuvky a spínače můžeme umístit v umývacím prostoru pouze pokud jsou součástí zařízení (např. zrcadlo). Na toto zařízení musí být dle zákona č. 22/1997 Sb. vydané prohlášení o shodě a v montážním návodu je výslovně



Obrázek 5: Umývací prostor [8]

uvedeno, že zařízení je určené do umývacího prostoru. Při umístění svítidla do umývacího prostoru musí být jeho spodní hrana minimálně 180 cm nad podlahou. Světelný zdroj musí být krytý ochranným sklem a všechny části světla musí být z izolantu, pokud se nacházejí níže než 250 cm od podlahy. Je možné světlo umístit níže než 180 cm, avšak minimálně 40 cm od horní hrany umyvadla (dřezu), ale musí být chráněno před mechanickým poškozením s krytím minimálně IPX1. Krytí elektrických přístrojů a provedení instalace musí samozřejmě odpovídat vnějším vlivům v dané místnosti. [8]

4.5 Zásuvkové obvody

Základní požadavky na umístění nebo užití zásuvek najdeme v normě ČSN 33 2180. Požadavky na zásuvkové obvody najdeme v normě ČSN 33 2130 ed. 3.

V bytových prostorech se zásuvky umísťují minimálně 20 cm od země (v případě pevného stavebnicového rozvodu to neplatí). Rozložení a výšku volíme v souladu s požadavky na využití prostoru. Při návrhu zásuvek dbáme na vnější vlivy prostoru, ve kterých zásuvky instalujeme. Zásuvky volíme dle očekávaného proudu a napětí. Zásuvka se vždy připojuje při pohledu z předu tak, aby ochranný kolík byl nahoře a nulový (střední) byl připojen na pravou dutinku. Zásuvky případně vidlice nemohou sloužit ke spínání spotřebičů s pohyblivým příívodem, vyjímaje spotřebiče malého výkonu, jako jsou holicí strojky, přenosná svítidla atp. V případě používání různých napěťových hladin je potřeba používat nezaměnitelné různé zásuvky tam, kde by mohlo dojít vlivem záměny k poškození zařízení nebo nebezpečí úrazu. Soustava musí mít stejný typ zásuvek. [10]

Na jeden jednofázový zásuvkový obvod můžeme připojit maximálně 10 zásuvek (zásuvkových vývodů) a instalovaný příkon zařízení napojených na tyto zásuvky nesmí překročit 3680 VA při jištění okruhu 16 A nebo 2300 VA při jištění 10 A. Dvojjzásuvka nebo více zásuvek ve společném rámečku se počítají jako jeden zásuvkový vývod. Dvojjzásuvka se nesmí připojit ze dvou různých obvodů. Vícenásobnou zásuvku lze připojit z různých obvodů, jestliže jsou jednotlivé zásuvky oddělené izolační přepážkou. Na zásuvkový obvod je možné pevně připojit spotřebiče pro krátkodobé použití, které mají celkový příkon maximálně 2000 W. Takovými spotřebiči jsou běžně ventilátory, malá svítidla, infrazářiče, pohony žaluzií. [8]

Na jeden trojfázový zásuvkový obvod můžeme připojit více trojfázových zásuvek stejného jmenovitého proudu. V případě různého jmenovitého proudu nesmíme trojfázové zásuvky zapojovat do stejného obvodu. [8]

Veškeré zásuvkové obvody do 32 A včetně trojfázových, které jsou přístupné laikům, musejí mít doplňkovou ochranu proudovým chráničem s vybavovacím reziduálním proudem do 30 mA dle normy ČSN 33 2000-4-41 ed. 2. Pro trojfázové zásuvky s jmenovitým proudem od 20 A do 30 A se doporučuje doplňková ochrana chráničem s reziduálním proudem 30 mA, při jištění 32 A a více se doporučuje použít chránič s reziduálním proudem 100 mA. U zásuvek, kde by vypnutí mohlo znamenat velké například finanční škody, nejsou vyžadovány doplňkové ochrany proudovým chráničem. [8]

V normě ČSN 33 2130 ed. 3 se nachází tabulka s minimálními počty zásuvkových vývodů s ohledem na daný prostor. Při návrhu navrhujeme několikanásobně víc vývodů, než je minimální hranice, s ohledem na budoucí využití prostoru a požadavky investora.

Tabulka 2: Minimální počet zásuvkových vývodů [8]

| Místnost | Počet zásuvkových vývodů |
|--|--------------------------|
| Obývací pokoj nebo ložnice do 8 m ² | 2 |
| přes 8 m ² do 12 m ² | 3 |
| přes 12 m ² do 20 m ² | 4 |
| přes 20 m ² | 5 |
| Kuchyň | 5 |
| Kuchyňský kout | 3 |
| Koupelna | 2 |

| | |
|---------------------------|---|
| WC | 1 |
| Místnost pro domácí práce | 3 |
| Chodby | 1 |

4.6 Světelné obvody

Požadavky na světelné obvody jsou uvedeny v normě ČSN 33 2130 ed. 3, osvětlení pracovních prostorů ČSN 12464-1 a nouzové osvětlení ČSN EN 1838 a další.

Na jeden světelný obvod není definovaný maximální počet svítidel, ale součet jmenovitých proudů svítidel na jednom obvodu nesmí překročit hodnotu jmenovitého proudu jistícího prvku obvodu. Dle normy můžeme připojit do světelného obvodu nanejvýš jednu zásuvku na místnost. Světelné obvody se jistí jistícím prvkem se jmenovitým proudem maximálně 25 A. Pro běžné domovní rozvody je nejčastější jistění 10 A. Dle nové normy ČSN 33 2000-41 ed. 3, která nahrazuje od 7. 7. 2020 normu ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, musí být v sítích TN a TT v prostorech pro samostatnou domácnost použity proudové chrániče RCD s residuálním proudem nepřekračující 30 mA i pro světelné obvody. Termín domácnost zahrnuje všechny formy trvalého nebo dočasného ubytování osob. [8]

V praxi se snažíme světelné obvody navrhnout systematicky tak, aby při výpadku světla jednoho obvodu zůstala svítit alespoň jedna sousední místnost nebo chodba s místností s výpadkem. To samozřejmě vždy zabezpečit nejde, ale prakticky se bráníme tomu, aby například celé jedno patro bylo navrženo jedním světelným obvodem.

Světelné obvody osvětlení schodišť, nástupišť u výtahů, chodeb atp. se provádějí způsoby:

- zapojení svítidel na jeden obvod;
- zapojení svítidel na dva obvody jedné fáze tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo zajištěno napájení z druhého obvodu osvětlení o minimální intenzitě 2 lx;
- zapojení svítidel na obvody napájené ze dvou případně tří fází tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo zajištěno napájení osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z ostatních obvodů;
- nouzovým osvětlením, které doplňuje jeden ze způsobů uvedených výše. [8]

Nouzové osvětlení se zřizuje pro použití v případě selhání normálního osvětlení. Je napájeno z UPS nebo baterie, to znamená ze zdroje nezávislého na síti. Nouzové osvětlení se dělí na náhradní osvětlení a nouzové únikové osvětlení. Nouzové únikové osvětlení se dále dělí na nouzové osvětlení únikových cest (bezpečnostní značky), protipanické osvětlení a nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem. Zapíná se automaticky a to následujícími způsoby:

- při přerušení napájení odvodu pro osvětlení společných komunikací;
- při přerušení napájení rozváděče, na němž jsou jištěny obvody pro osvětlení společných komunikací. [8]

V normě ČSN 12464-1 jsou stanoveny požadavky na osvětlení prostor s ohledem na zrakovou pohodu osob nacházejících se v osvětlovaných místnostech při daných činnostech. Při návrhu osvětlení musíme dbát na dostatečnou osvětlenost (intenzitu osvětlení) a správný výběr světla. S návrhem osvětlení nám pomáhá řada počítačových programů, do kterých zadáváme vstupní parametry jako například výkon, počet a umístění svítidel a výstupem je osvětlenost na určené hladině. V normě ČSN 12464-1 je velké množství tabulek pro různé prostory a

vykonávané činnosti s danými minimálními hodnotami osvětlenosti a dalšími parametry. V tabulce níže uvedu pouze některé.






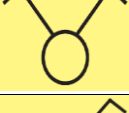

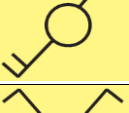
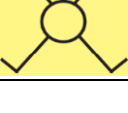
Tabulka 3: Požadované osvětlení pro prostory, úkoly a činnosti [17]

| Druh prostoru, úkolu nebo činnosti | $E_m (lx)$ | $UGR_L (-)$ | R_a |
|---|------------|-------------|-------|
| Komunikační zóny a společné prostory uvnitř budovy | | | |
| Komunikační prostory a chodby | 100 | 28 | 40 |
| Schodiště, eskalátory, pohyblivé chodníky | 100 | 25 | 40 |
| Kantýny | 200 | 22 | 80 |
| Čekárna | 200 | 22 | 80 |
| Pokladní přepážka | 300 | 22 | 80 |
| Odpočívárny | 100 | 22 | 80 |
| Místnosti pro tělesné cvičení | 300 | 22 | 80 |
| Průmyslové činnosti a prostory (montážní práce v elektrotechnickém průmyslu) | | | |
| Hrubé (např. velké transformátory) | 300 | 25 | 80 |
| Střední (např. vypínače) | 500 | 22 | 80 |
| Jemné (např. telefony, IT zařízení) | 750 | 19 | 80 |
| Velmi jemné (např. měřicí přístroje) | 1000 | 16 | 80 |
| Administrativní prostory (kanceláře) | | | |
| Psaní, čtení, zpracování dat | 500 | 19 | 80 |
| Technické kreslení | 750 | 16 | 80 |
| Archivy | 200 | 25 | 80 |
| Výroba a zpracování dřeva | | | |
| Práce na dřevoobráběcích strojích (soustružení, drážkování, frézování, řezání atd.) | 500 | 19 | 80 |
| Automatické procesy (sušení) | 50 | 28 | 40 |
| Práce na truhlářské stolici, lepení, montáž | 300 | 25 | 80 |

| | |
|---------|--|
| E_m | Udržovaná osvětlenost na srovnávací rovině |
| UGR_L | Jednotné omezení osvětlení |
| R_a | Minimální index podání bare |

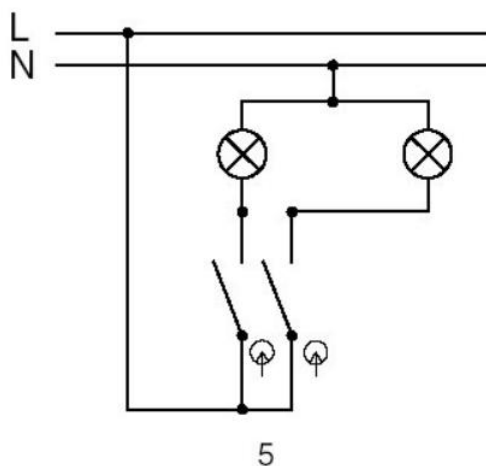
Spínače pro ovládání světla se umísťují, aby byly dobře dostupné u vchodových dveří uvnitř místnosti a na straně kliky. Instalujeme je do instalačních zón ve výšce v rozmezí 120 cm až 140 cm od podlahy (výjimka vozíčkáři a dětská zařízení). Spínače musí být dostatečně dimenzovány a musí vyhovovat parametrům pro zapojení do daného obvodu. To znamená, že když zapojujeme spínač do obvodu, který je jištěn na 10 A, musí být každý spínač také dimenzovaný na jmenovitý proud alespoň 10 A. Kolébkové spínače se instalují tak, aby se mohly dát zapnout horním stiskem kolébky (neplatí pro schodišťové spínače). K ovládání dvou obvodů z jednoho místa nebo k ovládání jednoho obvodu dvěma přepínači ze dvou míst máme různé druhy spínačů. Tyto spínače lze třídit podle možných zapojení dle čísla řazení, viz tabulka níže. [11]

Tabulka 4: Třídění spínačů podle možných zapojení dle čísla řazení [12]

| Spínač | Elektroinstalační značka | Číslo řazení |
|--|--|--------------|
| Jednopolové spínače |  | 1 |
| Dvoupólové spínače |  | 2 |
| Trojpólové spínače |  | 3 |
| Trojpólové spínače s vypínáním nulového vodiče |  | 03 |
| Dvojcestné spínače s jednou vypnutou polohou (skupinový spínač) |  | 4 |
| Dvouobvodové spínače se společným přívodním vedením (sériový spínač) |  | 5 |
| Dvojcestné spínače (schodišťové spínače) |  | 6 |
| Dvoucestné dvoupólové spínače (dvoupólové schodišťové spínače) |  | 6/2 |
| Dvojcestné reverzační spínače (křížové spínače) |  | 7 |

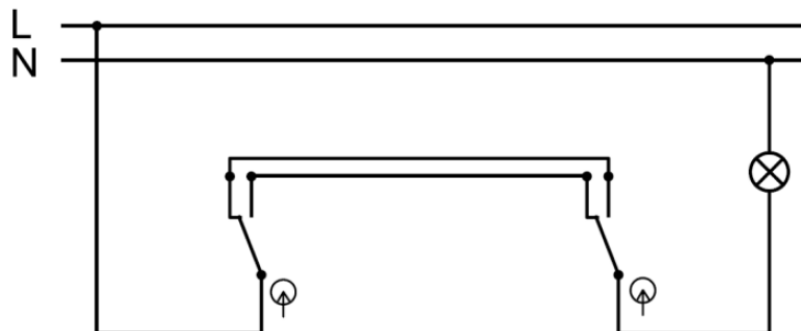
Zapojení a funkce některých spínačů:

Dvouobvodový spínač se společným přívodním vedením – Sériový spínač, řazení č. 5 se používá ke spínání dvou obvodů z jednoho místa.



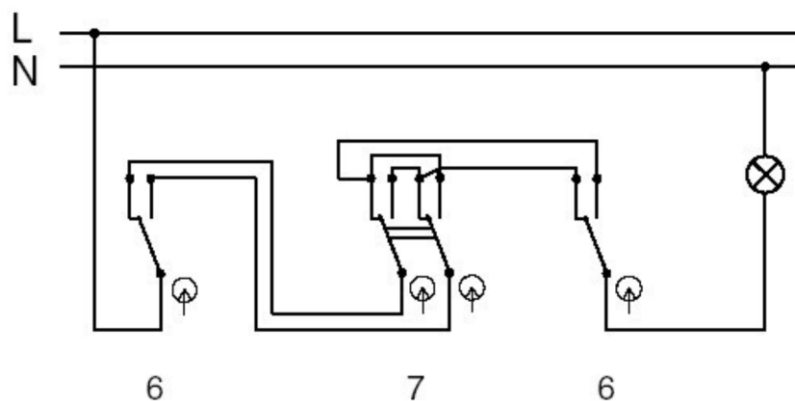
Obrázek 6: Schéma zapojení spínače č.5 [13]

Dvojcestní spínač – Schodišťový, řazení č. 6 se používá k spínání jednoho obvodu ze dvou míst. Používá se do průchozích místností (chodby, schodiště). Pro správnou funkci je nutné použití dvou spínačů č. 6 nebo rozšířit obvod o spínač č. 7.



Obrázek 7: Schéma zapojení spínače č. 6 [13]

Dvoucestní reverzační spínač – Křížový spínač, řazení č. 7 se používá k spínání jednoho obvodu několika spínači z více než dvou míst. Spínač č. 7 se používá v zapojení se spínači č. 6 a to tak, že i větší počet spínačů č. 7 je zakončený z obou stran spínači č. 6.



Obrázek 8: Schéma zapojení spínače č. 7 [13]

4.7 Strukturovaná kabeláž

Strukturovaná kabeláž je soubor metalických a optických prvků, které umožňují přenos digitálních a analogových signálů po rozvodu a propojují uživatele v rámci počítačové sítě. Umožňují komunikační služby a zabezpečují další systémy jako jsou řídicí a zabezpečovací. Jedná se o univerzální přenosový kanál.

Normy zabývající se strukturovanou kabeláží (informační technologií) a její instalací jsou např. řada norem ČSN EN 50173 a ČSN EN 50174.

4.7.1 Topologie sítí

Topologie sítě je důležitá z hlediska efektivního propojení koncových zařízení mezi sebou. Topologii volíme dle požadovaných vlastností sítě. [19]

- **Sběrnice BUS** – Síť je tvořena jedním vedením, na které jsou připojena jednotlivá koncová zařízení. Nevýhodou této sítě je obtížná lokalizace případné poruchy, omezení vzdálenosti a nízká rychlost. [19]
- **Sběrnice RING** – Síť je tvořena fyzicky do kruhu a signál prochází postupně přes všechny prvky sítě. Nevýhodou této sítě je obtížnější instalace a možnost, že porucha jednoho prvku sítě může vyústit v její neprůchodnost. [19]
- **Sběrnice STAR** – Síť je tvořena do hvězdy. To znamená, že do každého bodu, kde je připojeno koncové zařízení je vedeno samostatné vedení. Nejčastěji budovaný typ sítě. [19]

4.7.2 Datové rozvody a jejich instalace

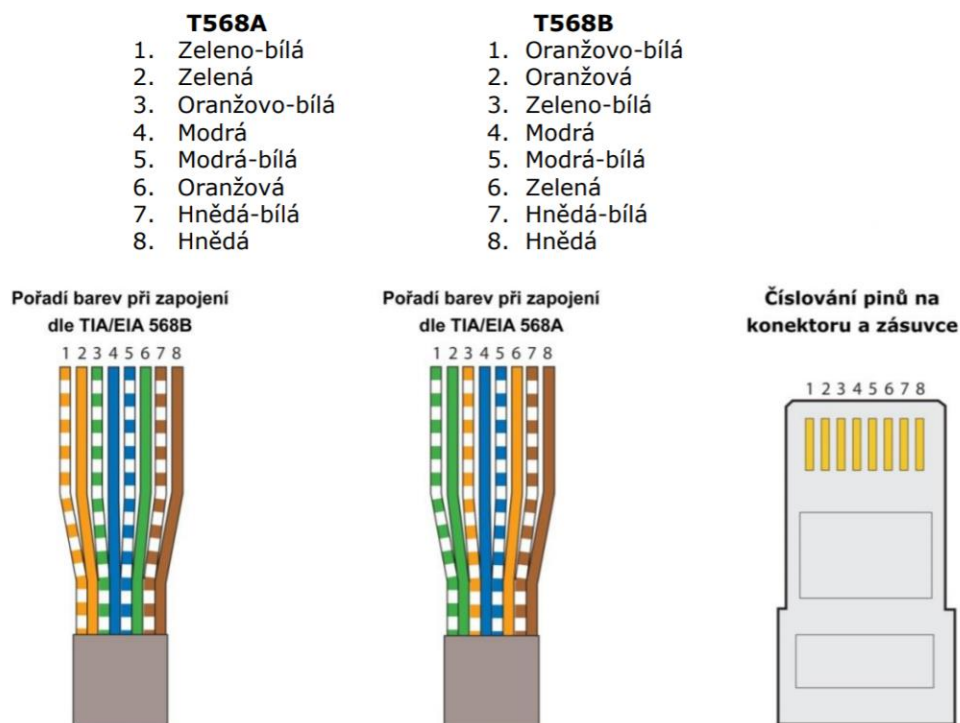
Jako přenosové médium se nejčastěji používá symetrický kabel se stáčenými páry a měděnými vodiči (kroucená dvojlinka). Tyto kabely se základně liší impedancí a stíněním.

Typy datových kabelů:

- **UTP** – Je nestíněný párový kabel.
- **FTP** – Je stíněný párový kabel.
- **STP** – Je opletením stíněný párový kabel.
- **ISTP** – Je folií stíněný každý pár kabelu. [19]

Konstrukce kabelů může být v provedení jako drát pro instalaci pevných rozvodů. Nebo provedení jako lanko pro propojovací kabely k připojení periférií nebo propojení rozvodů v datovém rozváděči. Volí se také vhodný plášť kabelu. Základní plášť kabelu bývá PVC, případně můžeme použít s označením LSZH bezhalogenový plášť (instalace do únikových cest). [19]

Jsou dva základní typy zapojení kabelu dle TIA/EIA T568A a T568B. Je nutné dodržet pouze jeden typ zapojení v rámci celé instalace. Kombinování těchto dvou typů v rámci rozvodné instalace je naprosto vyloučené. Kombinování, a tedy křížené zapojení je možné pouze v pracovní sekci jako propojovacího kabelu červené barvy. Při zapojení se snažíme docílit nejkratšího možného rozpletení kabelu. Přílišné odstranění pláště a rozpletení neblaze ovlivňuje vlastnosti vedení. V případě instalace stíněných datových kabelů FTP, STP, ISTP je nutné správně připevnit stínění, kabel přizemnit v datovém rozváděči a zapojit na zemnění stíněných keystonů nebo stínění datové zásuvky. Keyston je modul pro ukončení a zapojení datového kabelu. [19]



Obrázek 9: Zapojení datového kabelu [19]

Při instalaci rozvodů je důležité dodržet určité zásady. Mezi důležité patří dodržení poloměrů ohybu dané výrobcem, ohleduplnost na pevnost vodiče v tahu a minimalizovat elektromagnetické rušení. S ohledem na minimalizaci elektromagnetického rušení dodržujeme následující:

- Neinstalovat datové kabely v blízkosti zdrojů rušení (elektromotory, žárovky, silové vedení atd.)
- Zachování minimální vzdálenosti datového vedení od zářivek a stabilizátorů 130 mm.
- Křížení datového a silového kabelu v pravém úhlu (90°).
- V případě stíněného kabelu kratšího než 35 metrů se nevyžaduje oddělení.
- Pro délku přesahující 35 metrů je nutné oddělení v celé délce, kromě posledních 15 metrů připojených v datové zásuvce. [19]

Minimální odstup silových a datových rozvodů (rovnoběžné uložení) v různém typu instalace stínění je dán v tabulce níže dle ČSN EN 50174-2.

Tabulka 5: Minimální odstup silových a datových vedení [19]

| Typ instalace | Bez děliče nebo s nekovovým děličem | Hliníkový dělič | Ocelový dělič |
|---|-------------------------------------|-----------------|---------------|
| Nestíněný napájecí kabel a nestíněný datový kabel | 200 mm | 100 mm | 50 mm |
| Nestíněný napájecí kabel a stíněný datový kabel | 50 mm | 20 mm | 5 mm |
| Stíněný napájecí kabel a nestíněný datový kabel | 30 mm | 10 mm | 2 mm |
| Stíněný napájecí kabel a stíněný datový kabel | 0 mm | 0 mm | 0 mm |

4.8 EPS

Elektrická požární signalizace je bezpečnostní zařízení, které detekuje požár a upozorňuje na nebezpečí. Důležitou vlastností EPS je brzká informace o vznikajícím nebezpečí, především kvůli včasnému úniku osob z objektu, ale také kvůli minimalizaci škod způsobených požárem. Elektronický požární systém upozorňuje akusticky případně opticky přímo v objektu a případně může odesílat informace záchranným sborům o požáru. EPS se zpravidla skládá z vyhodnocovací ústředny, detekčních zařízení, různých typů hlásičů a dalších ovládacích zařízení. Požadavek na instalaci EPS v objektu často vznáší požárně bezpečnostní zpráva na základě rozhodnutí požárního technika. Případně vyhlášky a normy pevně stanovují, ve kterých objektech a prostorách je EPS nutné zřídit.

Normy zabývající se problematikou EPS jsou ČSN 34 2710 *Elektrická požární signalizace. Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba.*, a soubor norem ČSN EN 54.

4.8.1 Detektory požáru

Požár je detekován jeho základními vlastnostmi, které jsou teplota, světlo plamene a zplodiny hoření. Tyto projevy jsou následně zaznamenány danými čidly detektorů. Detektory rozlišujeme podle implementovaných čidel na:

- **Optický** – Je nejčastěji používaný detektor, který je založen na principu detekce viditelného kouře pomocí optické komory. Při vniknutí viditelného kouře do komory hlásiče dojde k odrazu a rozptylu světla na kouři a tím dochází k světlené změně na čidlu komory. Tuto změnu detektor řádně vyhodnotí podle velikosti a časového průběhu této změny a dle nastavení detektoru při přesáhnutí určité hranice může vyhlásit poplach. Výhodou tohoto detektoru je schopnost odhalit požár v jeho prvních fázích a tím předejít vyšším újmám. Nevýhodou je možná reakce na jiné podmínky, než podmínky způsobené požárem. Může reagovat na vodní páru, případně na pevné částičky nejrůznějšího prachu. Nevhodné použití toho detektoru v prostorách s výskytem vyššího množství prachu anebo například v kuchyních. Časem může dojít k zaprášení komory a nutné údržbě. [18]
- **Tepelný** – Základem tohoto detektoru je tepelné číslo v podobě termistoru, který měří teplotu okolí. Do paměti detektoru jsou ukládána data o vývoji měřené teploty. Vývoj této teploty je hodnocen ve dvou ohledech. Pokud teplota ve sledovaném časovém úseku příliš rychle stoupá nebo překročí danou hranici maximální teploty, je vyhlášen poplach. Mezní hodnoty jsou obecně v případě nárustu 10 °C za minutu a maximální hodnota bývá 60 °C. Nespornou výhodou oproti optickému detektoru kouře je nezareagování na projevy páry, případně kouře (kuchyně) a prachu. Nevýhodou tepelného detektoru je zachycení požáru až v pozdějším stádiu, a tedy když už hoří. [18]
- **Ionizační** – Tento typ detektoru zaznamenává vodivost vzduchu v měřící komoře, za pomoci ionizace vzduchu radioaktivním prvkem. Výhodou je vysoká citlivost a detekce jak viditelného, tak neviditelného kouře. Zjevnou nevýhodou je použití radioaktivního prvku (i když opravdu malé množství) a z toho plyne následná obtížná likvidace při vyrazení detektoru. Postupně nahrazován jinými detektory.

Používáme ještě mnoho dalších detektorů, jako jsou hlásiče plamene, lineární, nasávací, tlakové, využívající plynovou detekci a detektory oxidu uhelnatého. Také jsou kombinované hlásiče takzvané multisenzorové, takový hlásič v sobě kombinuje více druhů zmíněných čidel, typicky optický a teplotní.

Výše uvedené detektory označujeme jako automatické hlásiče požáru. EPS také doplňujeme o manuální tlačítkové hlásiče. Jedná se o tlačítko, které je manuálně aktivováno v případě zjištění požáru. Tlačítka se zpravidla umísťují na chodby a schodiště, kde je předpokládán pohyb osob. Manuální hlásič musí být chráněn před poškozením a k jeho aktivaci je nutné vyvinout určitou sílu (tlačítko chráněno před neúmyslným stisknutím). [18]

Detektory neboli požární hlásiče můžeme rozdělit ještě do dalších třech skupin v ohledu na připojení nebo samotnou dispozici EPS. Jsou to autonomní, drátové a bezdrátové hlásiče. Autonomní hlásiče jsou zařízení, která mezi sebou nejsou propojená a fungují samostatně bez řídicí jednotky a obsahují jak detektor, tak optický a akustický hlásicí výstup. Autonomní hlásiče jsou vhodné do malých objektů nebo obytných prostor, kde nechceme propracovaný, ale levný elektronický požární systém. U autonomních a bezdrátových hlásičů je nutné hlídat výměnu baterií, ale jejich výhoda spočívá v jednoduché instalaci.

4.8.2 Ústředny EPS

Ústředna slouží k zajištění komunikace s obsluhou a případně k řízení, napájení a propojení celého systému. Vstupy do ústředny jsou konvenční nebo adresovatelné linky čidel a její výstup je ovládání akustických nebo optických hlásičů. V případě, že v objektu není stálá obsluha, je nutné, aby ústředna informovala podle předepsaného protokolu záchranné složky. Ústředna může také v závislosti na vyhlášení požáru ovládat další bezpečnostní zařízení, jako jsou hasicí mechanismy, systém vzduchotechniky a podobné. Pro zajištění funkčnosti systému i po dobu výpadku jsou ústředny doplněny o baterie. [18]



Obrázek 10: Ústředna EPS DETECT 3004+ [18]

Pro určení místa požáru je nutné detektory adresovat. Využíváme dva způsoby.

- **Konvenční systém** – Všechny připojené detektory k lince nebo smyčce mají stejnou adresu. Na linku případně smyčku lze připojit více detektorů, ale při aktivaci není

možné určit o který detektor se v dané lince jedná. To z praktických důvodů omezuje počet detektorů na jedné lince. [18]

- **Adresovatelný systém** – Každý detektor má svojí jednoznačnou adresu. To znamená, že na jedné lince nebo smyčce může být vyšší počet detektorů (omezeno možnostmi ústředny) a lze přesto přesně určit, který z detektorů zaznamenal požár, a tedy v kterém prostoru se nachází nebezpečí.

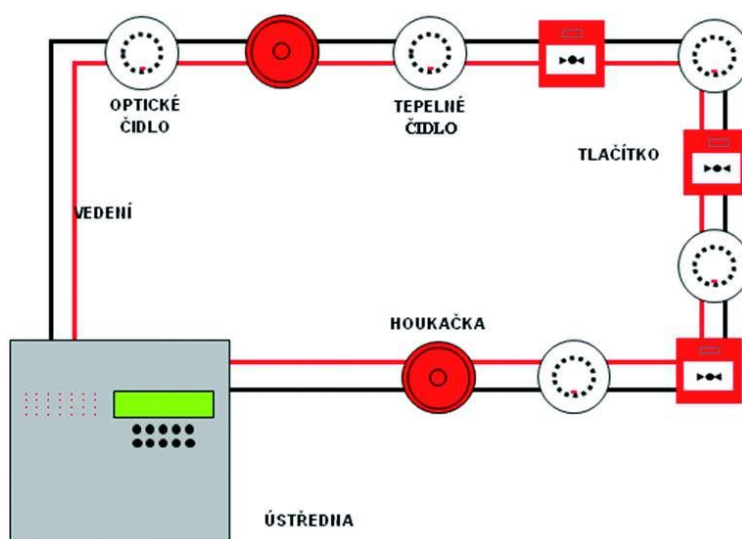
Dále systém můžeme rozdělit podle propojení detektorů. Detektory propojujeme jako linku nebo smyčku.

- **Propojení linkou** – Detektory a další prvky na lince jsou propojeny zpravidla dvoužilovým vedením. Toto vedení zajišťuje napájení elektroniky prvků a také přenos signálu na ústřednu EPS. U konvenčního systému zapojení je v lince zapojeno jen několik detektorů a linka je zakončena odporem. Nastává zde problém při případném přerušení nebo zkratu. Při přerušení může dojít k vyřazení několika členů z provozu a při zkratu mohou být vyřazeny z provozu všechny členy linky. [18]



Obrázek 11: Propojení detektorů linkou [18]

- **Propojení smyčkou** – Linka vychází z ústředny a zase se tam vrací. V případě adresovatelného systému zahrnuje smyčka velké množství členů EPS. Toto zapojení je vhodnější, když jsou čidla doplněna o eliminaci zkratů nebo přerušení (izolátory), v případě jednotlivé poruchy je systém dále schopen činnosti. [18]



Obrázek 12: Propojení detektorů smyčkou [18]

5 LPS

LPS – Lightning Protective Systems (ochrana před bleskem) je kompletní systém používaný pro snížení hmotných škod a ochranu osob nacházejících se uvnitř nebo vně bleskem zasažené budovy. LPS lze základně dělit na vnitřní a vnější systém ochrany před bleskem.

Ochranou před bleskem se zabývá především soubor norem ČSN EN 62305 ed. 2 a další.

Ochranná opatření:

- Ochranná opatření pro omezení úrazů živých bytostí způsobený elektrickým proudem zahrnují:
 - odpovídající izolaci nechráněných vodivých částí;
 - vyrovnání potenciálu pomocí mřížové uzemňovací soustavy;
 - fyzické překážky a výstražné tabulky;
 - ekvipotencionální pospojování (EB). [5]
- Ochranná opatření pro snížení hmotných škod (pomocí LPS, který zahrnuje následující funkce):
 - jímací systém;
 - svody;
 - uzemňovací soustava;
 - ekvipotencionální pospojování (EB)
 - elektrickou izolaci (a dostatečnou vzdáleností) proti vnějším LPS. [5]
- Ochranná opatření pro snížení poruch elektrických a elektronických systémů (SPS) obsahují:
 - opatření pro uzemnění a pospojování;
 - magnetické stínění;
 - směrování vedení;
 - izolační rozhraní;
 - koordinovanou ochranu pomocí SPD systému. [5]

5.1 Určení třídy LPS a řízení rizika

Podle nové a momentálně platné normy ČSN EN 62305-2 ed.2 je určená třída LPS pouze vstupním parametrem řízení rizika. [2]

Třídy LPS jsou určeny charakteristickými vlastnostmi chráněné stavby a uvažovanou hladinou ochrany před bleskem (LPL). Norma stanovuje čtyři třídy LPS I až IV, které odpovídají hladinám ochrany před bleskem I až IV. [3]

Každou třídu LPS charakterizují:

- Data závislá na třídě LPS:
 - parametry blesku;
 - poloměr valící se koule, velikosti ok a ochranný uhel;
 - typické upřednostňované vzdálenosti mezi svody;
 - oddělovací vzdálenosti proti nebezpečnému jiskření;
 - minimální délka zemničů. [3]

- Data nezávislá na třídě LPS
 - ekvipotenciální pospojování;
 - minimální tloušťka kovového oplechování nebo kovového potrubí v jímací soustavě;
 - materiály LPS a podmínky použití;
 - materiály, uspořádání a minimální rozměry jímací soustavy, svody a uzemňovací soustava;
 - minimální rozměry spojovacích vodičů; [3]

Tabulka 6: Doporučené třídy LPS [2]

| Třída LPS | Druh objektu |
|------------|---|
| I | Budovy s vysoce náročnou výrobou, energetické zdroje, budovy s prostředím s nebezpečím výbuchu, provozovny s chemickou výrobou, nemocnice, jaderné elektrárny, automobilky, plynárny, vodárny, elektrárny, banky, stanice mobilních operátorů, řídicí věže letiště, výpočetní centra. |
| II | Supermarkety, muzea, rodinné domy s nadstandardní výbavou, školy, katedrály, prostory s nebezpečím požáru (výroba zpracování dřeva, barev, laků a plastů) výškové stavby >100 m, operační a provozní pracoviště hasičů a policie, akvaparky. |
| III | Rodinné domy, administrativní budovy, obytné budovy, zemědělské stavby. |
| IV | Budovy stojící v ochranném prostoru jiných objektů (bez vlastního hromosvodu) obyčejné sklady apod., stavby a haly bez výskytu osob a vnitřního vybavení. |

Pro snížení ztrát způsobených bleskem se mohou požadovat ochranná opatření. Zda a v jakém měřítku jsou potřeba, může být stanoveno oceněním rizika. Riziko, které je definované v normě ČSN EN 62305-2 ed. 2, jako pravděpodobné průměrné roční ztráty na osobách nebo majetku způsobené úderem blesku do stavby nebo úderem blesku v blízkosti stavby přímo do připojených vedení a v jejich blízkosti, závisí na: [4]

- Počtu úderů blesku za rok ovlivňujících stavbu.
- Pravděpodobnosti poškození jedním působením úderu blesku.
- Průměrným rozsahem následných ztrát. [4]

Rizika (řízení rizika) počítáme, abychom danému objektu zabezpečili dostatečně kvalitní návrh LPS pro dané podmínky. Řízení rizika provádíme (počítáme) dle normy ČSN EN 62305-2 ed.2. Podle této normy se provádějí početní operace s četnými koeficienty. Výstupem je číselně vyjádřené riziko, které se porovnává s limitní hodnotou. Je-li vypočítané riziko menší než limitní hodnota přípustného rizika, je takový LPS dostatečně kvalitní pro dané podmínky. V případě že nám riziko vyjde vyšší než přípustné, musí se přijmout další ochranná opatření. Objekt dělíme na určité zóny, výsledné riziko je součtem rizik těchto zón. Rizika můžeme počítat pomocí počítačových programů, kde zadáváme jako vstup charakteristiky objektu a vybíráme z dané nabídky. [2]

5.2 Vnější LPS

Vnější LPS slouží k zachycení (jímání) přímých úderů blesků do stavby a svedení bleskového proudu do země. Jedná se o údery do střechy nebo boku stavby. Jeho další funkcí je rozvedení bleskového proudu v zemi bez toho, aby došlo k poškození stavby vlivem tepelného a mechanického působení a následného požáru či exploze. [3]

5.2.1 Výběr vnějšího LPS

Vnější LPS smí být ve většině případů uchycen k chráněné stavbě. Takto provedený LPS nazýváme neizolovaný (neoddálený). Jímací soustava a svody jsou umístěny tak, že dráha bleskového proudu může být v dotyku s chráněnou stavbou. [3]

Jestliže průchod bleskového proudu může způsobit ve spojených vnitřních vodivých částech škody na stavbě nebo na jejím vnitřním vybavením, měl by být použit izolovaný (oddálený) LPS. Teplo v místě úderu může způsobit požár nebo výbuch. Izolovaný LPS je provedený buď jímacími tyčemi nebo stožáry, které jsou instalovány vedle chráněné stavby nebo prostřednictvím zavěšených venkovních vodičů mezi stožáry, které dodrží dostatečnou vzdálenost. [3]

5.2.2 Jímací soustava

Jímací soustavu tvoří tyto prvky a jejich možné kombinace.

- tyče nebo soustava tyčí;
- podélné vedení nebo zavěšená lana;
- mřížová síť.[2]

Jednotlivé jímací tyče a další prvky jímací soustavy by se vzájemně měly pospojovat, aby mohlo dojít k potřebnému rozdělení bleskového proudu. Radioaktivní přijímače nejsou přípustné. Jímače se na střechě umísťují na rozích, exponovaných místech a na hranách, aby chráněná stavba (zařízení) byla umístěna uvnitř chráněného prostoru, který je vytvořen jímací soustavou. Tento prostor navrhujeme pomocí některé ze tří metod, případně jejich kombinací. Jedná se o metodu valící se koule, ochranného úhlu a mřížové sítě. Tyto metody budou níže popsány.[3]

Do výškových budov nad 60 m může blesk udeřit také z boku. Proto taková budova musí být vybavena jímači proti bočním úderům. Takový jímač pokrývá horních 20 % stavby. Jedná se o mříž s velikostí ok jako pro mřížový jímač určený pro plochou střechu. Je kladen důraz na to, aby na výrazných výčnělcích (balóny, terasy) byly umístěny jímače.[2]

Provedení a jímací soustavy a vzdálenost od stavby:

- střecha z nehořlavého materiálu – vodiče jímací soustavy mohou být položeny na střechu stavby;
- střecha z lehce hořlavého materiálu – musí být dodržena vzdálenost mezi jímací soustavou a materiálem střechy;
 - u doškových střech, kde jsou ocelové držáky pro uchycení, je dostačující vzdálenost minimálně 15 cm;
 - u jiných hořlavých materiálů je dostačující minimální vzdálenost 10 cm;
- lehce hořlavé součásti stavby nesmí být v kontaktu s částmi stavby hromosvodu a nesmí se nacházet přímo pod kovovou krytinou (plechová střecha), kterou by blesk mohl propálit.[3]

U LPS využíváme často náhodných součástí. Také určité části stavby, které definuje norma ČSN EN 62305-3 ed. 2 můžeme využít jako náhodné jímače. V normě také najdeme v přehledné tabulce minimální tloušťky, případně průměry těchto náhodných jímačů.

Ochrana střešních nadstaveb:

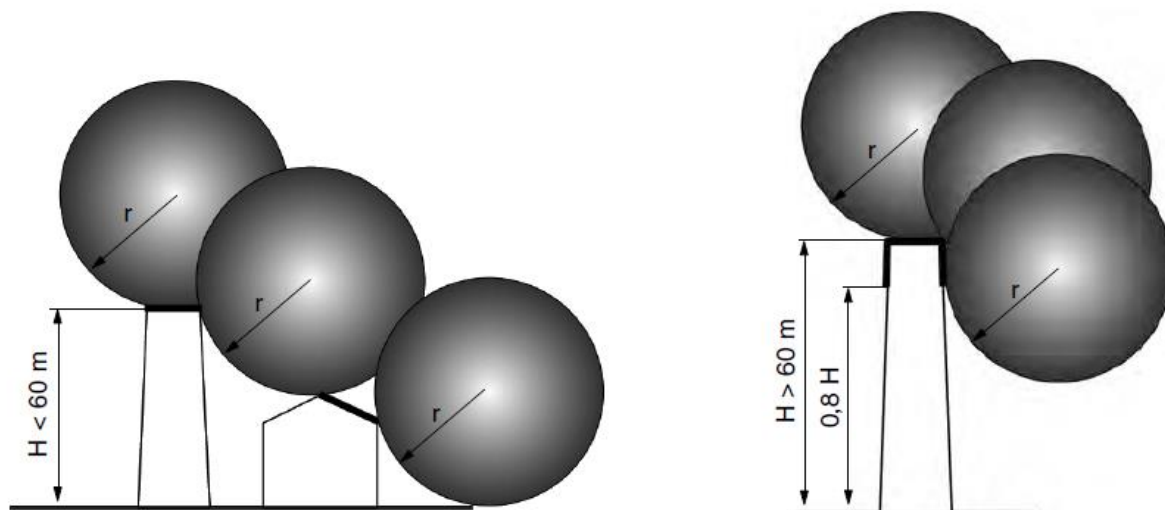
- nevodivé nadstavby nemusíme chránit, pokud nevyčnívají více než 0,5 m nad ochranný prostor;
- kovové nadstavby nemusíme chránit, pokud nevyčnívají více než 0,3m, nejsou delší než 2 m a jejich plocha není větší než 1 m²;
- elektrické zařízení by se též mělo nacházet v ochranném prostoru jímače;
- komín se nepovažuje za vodivou střešní nadstavbu (saze mohou být vodivé).[2]

5.2.2.1 Metoda valící se koule

Je výchozí a nejuniverzálnější metoda pro návrh jímací soustavy. Ochranný prostor jímací soustavy je navrhnut tak, aby žádný bod objektu nebyl v dotyku s koulí určeného poloměru. Kouli valíme okolo chráněné stavby a přes její vrcholy všemi možnými směry. Při správném návrhu se takto valená koule dotýká pouze jímací soustavy. Velikost valící se koule je určena třídou LPS.[3]

Tabulka 7: Velikost valící se koule závislá na třídě LPS [3]

| Třída LPS | Poloměr valící se koule r [m] |
|-----------|---------------------------------|
| I | 20 |
| II | 30 |
| III | 45 |
| IV | 60 |

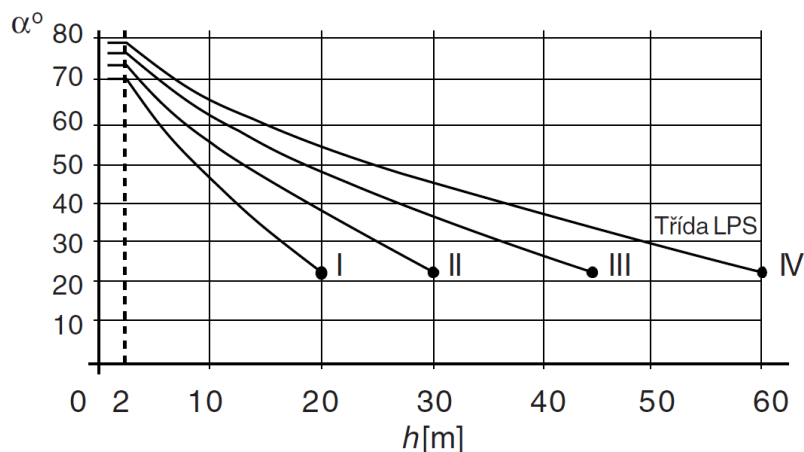


Obrázek 13: Koule valící se přes objekty [3]

5.2.2.2 Metoda ochranného úhlu

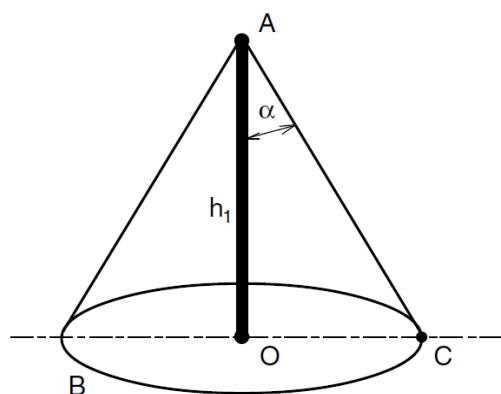
Tato metoda je vhodná pro jednoduché tvary budov, jako doplňková metoda k metodě valící se koule a k detailnímu vymezení ochranného prostoru u specifických částí objektu jakou jsou

nadstavby. Je omezena výškou jímací soustavy. Ochranný úhel je určen poloměrem valící se koule. Je závislý na třídě LPS a na výšce jímací soustavy nad referenční rovinou.



Obrázek 14: Ochranný úhel α [°] v závislosti na třídě LPS a výšce h [m] jímací soustavy [3]

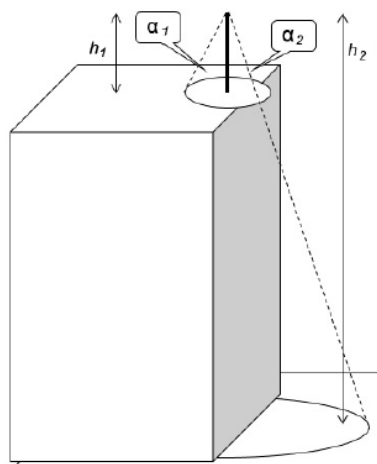
Ochranný prostor je vymezen pravoúhlým kuželem s vrcholem umístěným v ose jímací tyče a úhel α je poloviční vrcholový úhel.



- A** Vrchol jímací tyče
- B** Referenční rovina
- O** Poloměr ochranného prostoru
- h_1** Výška jímací tyče nad referenční rovinou chráněného prostoru
- α** Ochranný úhel

Obrázek 15: Ochranný prostor vymezený ochranným úhlem [3]

Z každé strany jímací tyče může být ochranný úhel jiný v závislosti na výšce od referenční roviny, viz obrázek 4.



Obrázek 16: Ochranný úhel v závislosti na výšce od referenční roviny [2]

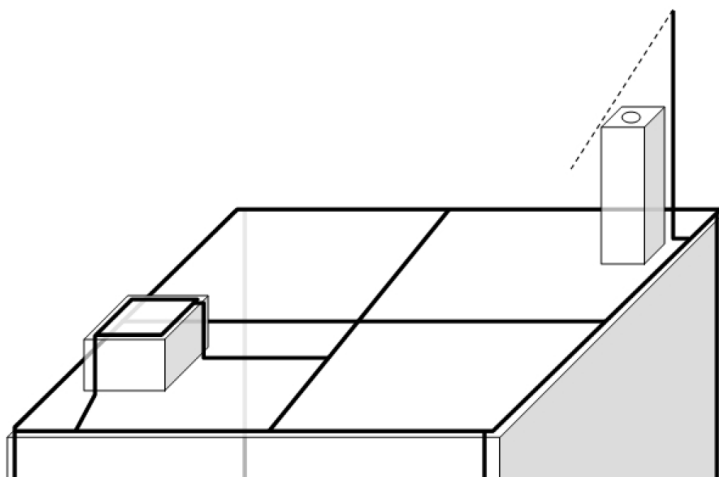
5.2.2.3 Metoda mřížové soustavy

Tato metoda je určena pro ochranu rovinných ploch, ale jde aplikovat nezávisle na výšce a tvaru střechy. Vodiče jímací soustavy se instalují na okrajích a převiscích střechy. Pokud je sklon střechy větší než $1/10$ i na hřebenech. Jímacími vodiči tvoříme oka. Maximální rozměry ok dle třídy LPS mřížové soustavy jsou uvedeny níže v tabulce. Jímací síť soustavy se provede tak, aby bleskový proud mohl vždy téct minimálně dvěma kovovými drahami do uzemňovací soustavy. [3]

Tabulka 8: Velikosti ok mřížové soustavy v závislosti na třídě LPS [3]

| Třída LPS | Velikost ok [m] |
|-----------|-----------------|
| I | 5 x 5 |
| II | 10 x 10 |
| III | 15 x 15 |
| IV | 20 x 20 |

Při návrhu kombinujeme metody i různé druhy jímačů, abychom docílili správné a efektivní ochrany.



Obrázek 17: Kombinace různých typů jímačů [2]

5.2.3 Svody

Svod je elektricky vodivá část LPS mezi jímací a zemnicí soustavou. Jedná se o přímé pokračování jímací soustavy. Aby svody plnily správně svoji funkci, bezpečné odvedení bleskového proudu na potenciál země (uzemnění), při návrhu klademe důraz na:

- nejpřímější a nejkratší cesta proudu od jímače k zemi;
- dostatečný počet svodů, tzn. více paralelních drah proudu (vždy více než jedna);
- rovnoměrné rozmístění svodů po obvodu objektu s dodržением vzdáleností mezi svody;
- správné spojování a připojování dle normy ČSN EN 62305-3 ed. 2 (také ekvipotencionální pospojování k vodivým součástem). [2]

V ideálním případě by měl být na každém nechráněném rohu objektu jeden svod. Měly by se umísťovat ve stejných vzdálenostech co nejrovnoměrněji. To ovšem záleží na praktických a architektonických možnostech a požadavcích.

Tabulka 9: Typické hodnoty vzdáleností mezi svody dle třídy LPS [3]

| Třída LPS | Obvyklé vzdálenosti [m] |
|-----------|-------------------------|
| I | 10 |
| II | 10 |
| III | 15 |
| IV | 20 |

Svod lze vést po okapových trubkách, ale nesmí být uložen v okapech ani v okapových trubkách. Je doporučeno, aby mezi svody a okny případně dveřmi byla dodržena dostatečná vzdálenost. Svody neodдалeného LPS od stavby smí být instalovány: [3]

- stěna z nehořlavého materiálu – na stěnu nebo do ní;
- stěna z lehce hořlavého materiálu
 - na stěnu, pokud zvýšená teplota svodu způsobená průchodem bleskového proudu není nebezpečná s ohledem na materiál stěny;
 - ve vzdálenosti větší než 10 cm, pokud zvýšená teplota svodu způsobená průchodem bleskového proudu je nebezpečná (součásti pro uchycení se smí dotýkat stěny). [3]

V případě, že nám technické řešení neumožňuje dodržení bezpečné vzdálenosti svodu a hořlavého materiálu, měl by být průřez svodu minimálně 100 mm^2 . [3]

Na každém svodu (vyjímaje náhodný svod) by měla být zkušební spojka pro účely měření. Toto platí i pro svody skryté. Zkušební spojka je spojení svodu s uzemňovací soustavou, které je možné za pomoci nářadí rozpojit.

Jako náhodné svody lze použít (v případě že jejich spojení a rozměry odpovídají požadavkům normy ČSN EN 62305-3 ed. 2) :

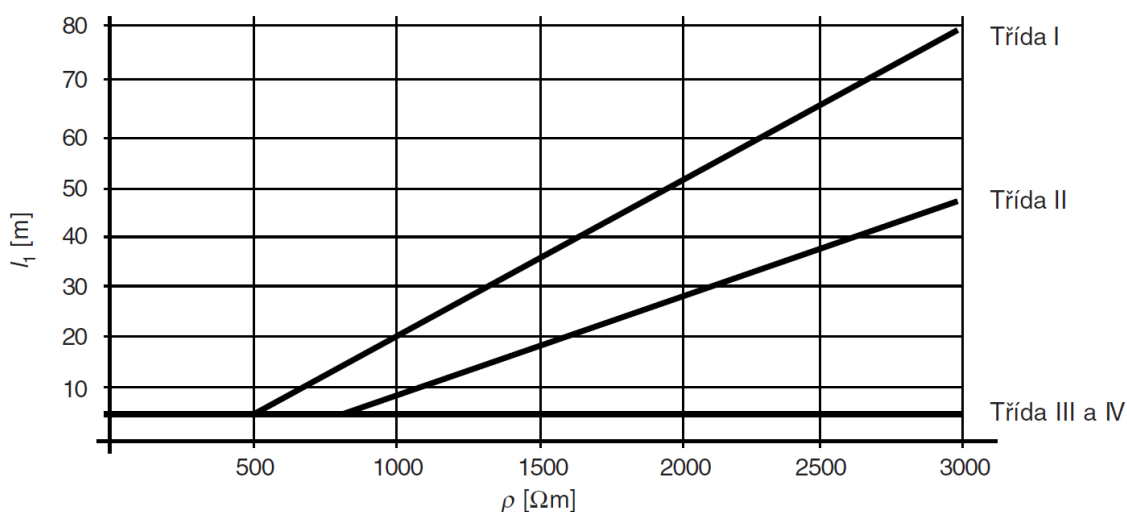
- kovový nebo elektricky propojený železobetonový skelet stavby;
- součásti fasád;
- kovové instalace;
- vzájemně propojení ocelový skelet. [3]

5.2.4 Uzemňovací soustava

Uzemňovací soustava zabezpečuje rozdělení bleskového proudu do země přivedeného od jímací soustavy přes svody až k uzemnění. Opět jsou kladeny určité požadavky na tvar, rozměry a odpor uzemnění. Je doporučeno, aby zemní odpor byl nízký, je-li to v možnostech řešení do 10Ω . Uzemňovací soustavu lze rozdělit na dva základní typy uspořádání zemničů (v praxi se kombinují).

- Uspořádání typu A – Se skládá z vodorovného nebo svislého zemniče pro každý svod. Instaluje se vně chráněné stavby. Pro toto uspořádání nesmí být celkový počet zemničů nižší než dva. Pro třídu LPS III a IV by měl mít každý jednotlivý zemnič alespoň 2,5 nebo 5 m v případě vodorovného pásu. Pro třídu LPS I a II je minimální délka zemničů závislá na měrném odporu půdy, viz obrázek. Pro vodorovné zemniče odečítáme délku l_1 , ale pro svislé nebo šikmé $0,5l_1$ (poloviční délku). V případě, že je odpor uzemňovací soustavy nižší než 10Ω , minimální délka nemusí být dodržena. Není-li možné dodržet níže uvedené délky nebo má půda vyšší rezistivitu než

3000 Ω , použije se uspořádání typu B. Případě je možné použití směsí, které vylepšují rezistivitu půdy.[3]



Obrázek 18 : Minimální délka každého zemniče dle třídy LPS [3]

- Uspořádání typu B – Je tvořeno obvodovým nebo základovým zemničem. Obvodový zemnič se nachází vně objektu a je minimálně z 80% délky uložen v zemině v uzavřené smyčce. Ukládá se přednostně v hloubce 0,5 v zemi a ve vzdálenosti asi 1 m od vnějších zdí objektu. Základový zemnič se ukládá do základů například obvodových či nosných zdí objektu (stavby). Nebo jako mříž s oky maximálně 10 m pod celým základem, alespoň 50 mm v betonu. Norma doporučuje použití zemniče typu B, kde je skalnaté podloží, stavby s větším množstvím elektronických systémů a s vysokým nebezpečím požáru.[3]

Typ a hloubka uložení zemniče se musí volit s ohledem na vysušování a zamrzání půdy a zabránění nebo minimalizování koroze zemnicí soustavy, abychom docílili stálého zemního odporu.

5.2.5 Elektrická izolace vnějšího LPS

Je určena výpočtem dle návrhu LPS. Jedná se o dostatečnou vzdálenost s , kdy je ještě zaručena elektrická izolace jímací soustavy, případně svody mezi kovovými částmi stavby, kovovými instalacemi a vnitřními systémy. Tato dostatečná vzdálenost je závislá na velikosti bleskového proudu, délce vedení (na němž se vytváří úbytek napětí) a prostředí. Vzdálenost dle jednoduššího přístupu je určena vzorcem:

$$s = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_c \cdot l \quad (m) \quad (5.1)$$

kde:

- k_i koeficient závislý na zvolené třídě LPS;
- k_m koeficient závislý na materiálu elektrické izolace;
- k_c koeficient závislý na bleskovém proudu tekoucím jímači a svody;
- l délka v metrech, podél jímací soustavy a svodu, od bodu, kde je zjišťována dostatečná vzdálenost, k nejbližšímu bodu ekvipotenciálního pospojování nebo zemnicí soustavy. (m) [3]

Uvedené koeficienty potřebné k výpočtu nalezneme v normě ČSN EN 62305-3 ed. 2.

5.3 Vnitřní LPS

Vnitřní ochrana před bleskem má za úkol likvidaci následků po úderu blesku přímo do objektu, vzdálených úderů mimo objekt a úderů do napájecího vedení. Na vnitřní ochranu před bleskem je kladen čím dál větší důraz v závislosti na rostoucí ceně a informační hodnotě elektronických instalací. Jde nám o zamezení nebezpečného rozdílu potenciálu a jiskření prostředky vnitřní ochrany.

5.3.1 Ekvipotenciální pospojování

V rámci ochranného vyrovnání potenciálu musí být všechny vodivé díly neživých částí zařízení objektu navzájem propojeny tak, aby se zamezilo vzniku potenciálových rozdílů.

V případě izolovaného vnějšího LPS se ekvipotenciální vyrovnání proti blesku provádí jen na úrovni terénu. [3]

V případě neizolovaného vnějšího LPS se ekvipotenciální vyrovnání proti blesku provádí na místech:

- Ve sklepech nebo přibližně na úrovni terénu. Přípojnice pospojování se musí spojit s uzemňovací soustavou a musí být lehce přístupná. U velkých budov se může použít okružní přípojnice pospojování nebo se může instalovat více přípojníc pospojování za předpokladu vzájemného spojení. [3]
- Tam, kde požadavky na izolaci nejsou splněny (viz Elektrická izolace vnějšího LPS). [3]

Ekvipotenciální pospojení se musí provádět vodiči dostatečných průřezů krátkým a přímým způsobem.

Minimální rozměry vodičů spojujících různé přípojnice pospojování nebo spojujících přípojnice pospojování k uzemňovací soustavě:

Tabulka 10: Minimální rozměry vodičů [2]

| Třída LPS | Materiál | Průřez [mm ²] |
|-----------|----------|---------------------------|
| I až IV | Měď | 16 |
| | Hliník | 25 |
| | Ocel | 50 |

Minimální rozměry vodičů spojujících vnitřní kovové instalace k přípojnici pospojování:

Tabulka 11: Minimální rozměry vodičů [2]

| Třída LPS | Materiál | Průřez [mm ²] |
|-----------|----------|---------------------------|
| I až IV | Měď | 6 |
| | Hliník | 10 |
| | Ocel | 16 |

V případě stíněných vodičů nebo vodičů uložených v kovových kanálcích se považuje za dostatečné provedení pospojení pouze stínění nebo kanálku. Vodiče PE nebo PEN se připojí k pospojování buď přímo nebo přes SPD. Vodiče vnitřních systémů, které nejsou stíněny nebo uloženy v kovovém kanálku, se propojí s pospojováním přes SPD. [3]

5.3.2 SPD

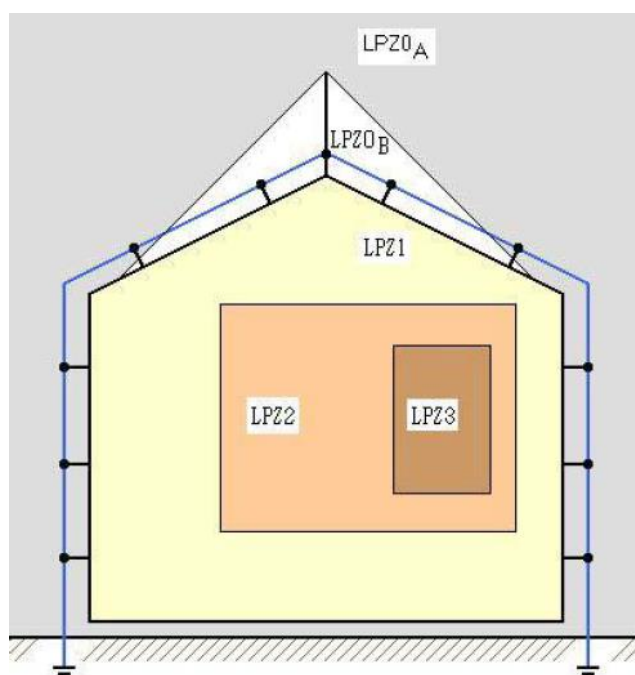
SPD je přepět'ová ochrana zařízení. Tyto zařízení jsou určeny k omezení přechodných přepětí a ke svedení impulzních proudů. Člení se do tří typových tříd. [3]

- **Svodič bleskových proudů typu 1 (B)** – Používá se na vstupu do budovy. Svádí dílčí bleskové proudy i při přímých úderech blesku. Slouží k rovnoměrnému rozdělení bleskového proudu mezi vodiče vedení a k vyrovnání potenciálu. Připojuje se paralelně k fázovým vodičům napájecí sítě.
- **Svodič přepětí typu 2 (C)** – Používá se v hlavních a podružných rozvodech. Svádí přepětí vzniklá úderem blesku a spínacími pochody. Ochrana před přepětí pevných instalací. Používáme před proudovým chráničem.
- **Svodič přepětí typu 3 (D)** – Používá se na ochranu před indukční vazbou a spínacím přepětí pro koncová zařízení (např. zásuvky) v proudových okruzích. Slouží k ochraně spotřebičů. [2]

Jsou definovány jednotlivé zóny ochrany před bleskem (LPZ). Tyto zóny se rozdělují dle intenzity přepětí v objektu a můžeme podle nich umístit SPD.

- LPZ 0 A – je zóna bez ochrany, mimo budovu, plný bleskový proud a plné elektromagnetické pole blesk
- LPZ 0 B – je zóna s ochranou před přímým úderem blesku (prostor chráněný jímači), netlumené elektromagnetické pole a dílčí bleskový proud;
- LPZ 1 – je zóna za svodiči bleskových proudů a za prvním stíněním elektromagnetického pole, zesláblé magnetické pole a přepět'ové vlny;
- LPZ 2 – je zóna po ošetření SPD, elektromagnetické pole sníženo druhým stíněním, ještě slabší elektromagnetické pole a přepět'ové vlny;
- LPZ 3 – je zóna určená pro velice citlivá zařízení, slabé nebo žádné elektromagnetické pole a přepět'ové vlny. [2]

SPD typu 1 instalujeme mezi zóny LPZ 0 a LPZ 1. SPD typu 2 instalujeme mezi zóny LPZ 1 a LPZ 2. SPD typu 3 instalujeme mezi zóny LPZ 2 a LPZ 3.



Obrázek 19: Zóny ochrany před bleskem [1]

6 PROSTORY S NEBEZPEČÍM POŽÁRU V DŮSLEDKU ZPRACOVANÝCH NEBO SKLADOVANÝCH HMOT BE2

V praktické části této práce zpracovávám projektovou dokumentaci pro dřevozpracující podnik. Jedná se o prostory s nebezpečím požáru v důsledku zpracovávaných nebo skladovaných hmot. V těchto prostorách se vyskytuje tedy vnější vliv pod označením **BE2: Nebezpečí požáru (obecně)** – výroba, zpracování nebo skladování hořlavých materiálů včetně výskytu prachu. V důsledku působení tohoto vnějšího vlivu jsou kladeny specifické požadavky na elektroinstalaci. Z mého pohledu důležité uvedu níže.

Ve výrobní hale truhlárny v místnosti pro kovoobrábění se vyskytuje další specifický vnější vliv AE5, to znamená vodivý prach, který je škodlivý pro funkci zařízení. Veškerá elektroinstalace musí mít v této místnosti krytí minimálně IP6X.

6.1 Obecné požadavky na elektroinstalaci v dílně pro zpracování dřeva

Spínací přístroje sloužící pro ochranu, řízení a odpojování musí být umístěny mimo prostory s vnějším vlivem BE2. V případě umístění do prostor s vnějším vlivem BE2 musí být v krytu splňující stupeň ochrany alespoň IP4X, v případě přítomnosti prachu IP5X nebo v případě přítomnosti vodivého prachu IP6X. Veškerá elektrická zařízení musí být umístěna, provedena a zajištěna, tak aby za normálního provozního stavu nemohla zapálit přítomné hořlavé látky. V případě, že tuto podmínku nejde zajistit polohou, instaluje se ochranná přepážka z nehořlavého materiálu. Elektrická zařízení s hořlavou náplní jsou povolena pouze tehdy, kdy jiné řešení není technicky vhodné. Elektrická zařízení v tomto prostoru musí být alespoň pod občasným dohledem odborně způsobilého pracovníka, který provádí kontroly v intervalech určených provozním předpisem. [21]

6.2 Ochrana koncových obvodů

Za kritický výkon, od kterého už může být iniciován požár na normálně hořlavém podkladu, je výkon 70 W. Předpokladem je, že k iniciaci požáru dochází v místě poruchy na elektrickém zařízení (elektroinstalace nebo spotřebič), kdy dochází k úniku proudu do ochranného vodiče (PE). Z tohoto důvodu se předepisuje použití proudových chráničů se jmenovitým vypínacím reziduálním proudem menším nebo rovno 300 mA. Z toho vyplývá, že použití proudového chrániče s vypínacím reziduálním proudem 30 mA slouží jak pro ochranu před úrazem, tak chrání před iniciací požáru elektrickým proudem. [21]

V případě použití kabelů s minerální izolací není třeba ochrany, jelikož se nepovažují za pravděpodobné příčiny požáru z důvodu izolačních poruch. [21]

6.3 Obvody napájející nebo procházející prostory s vnějším vlivem BE2

Obvody napájející nebo které jen procházejí prostory s vnějším vlivem BE2 musí být chráněny před nadproudy ochrannými přístroji na straně zdroje vně těchto prostor. Obvody začínající uvnitř těchto prostor musí být chráněny ochrannými přístroji už na svém začátku. [21]

6.4 Vodiče PEN

Vodič PEN se nedovoluje použít v prostorech s vnějším vlivem BE2. Obvody, které tímto postiženým prostorem pouze procházejí, mohou použít vodič PEN v případě, že neexistuje možnost spojení jejich vodičů s žádnou vodivou částí tohoto prostoru. V tomto případě je nutné kvalitní provedení těchto obvodů, které zaručí snížení rizika poruchy mezi vodičem PEN a jakoukoliv vodivou částí prostoru na minimum. [21]

6.5 Odpojování

V prostorách s výskytem vnějšího vlivu BE2 musí být každý obvod opatřen prostředky pro odpojení všech živých vodičů. Jestliže jeden nebo více z těchto vodičů obvodu bude odpojen, nesmí zůstat žádný živý vodič napájení zapnutý. [21]

6.6 Průchod vedení s vnějším vlivem BE2

Jestliže vedení a systémy vedení nejsou uzavřeny v nehořlavém materiálu, musí být použito vedení a systémy vedení nešířící plamen. Kabely musí vyhovovat zkouškám v podmínkách požáru specifikovaných v ČSN EN 60332. Trubkové systémy musí vyhovovat zkouškám odolnosti proti šíření plamene specifikovaným v ČSN EN 61386, systémy kabelových lávek a roštů v ČSN EN 61537. Vedení nemá po celé délce spoje, jestliže má, musí být tento spoj uvnitř krytu odolávajícího požáru. [21]

7 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Projektová dokumentace je soubor návrhů a informací, které popisují dané technické dílo v určitém rozsahu. Jedná se o způsob provedení, návaznosti na okolí a vnější vlivy, požadavky kladené investorem (zadavatelem) a mnoho dalších informativních údajů. Projektová dokumentace se skládá z písemné a výkresové části. Požadavky na rozsah dokumentace vznáší Stavební zákon a vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb. [20]

7.1 Písemná dokumentace

Písemná dokumentace obsahuje všechny vstupní údaje známé před vlastním zpracováním a na nichž si projekt zakládá. Například to jsou údaje jako požadavky investora, připojovací podmínky, podmínky dotčených účastníků a institucí. Veškerý popis by měl být co nejjednoznačnější. Základní písemnou dokumentací je například „Protokol o určení vnějších vlivů“, který by měl být podepsaný všemi účastníky komise, která se na vytvoření protokolu podílí. Veškeré části, které se nepřikládají k dokumentaci, tykající se například nejruznějších výpočtů, je vhodné uschovat. [20]

Vyhláška č. 499/2006 Sb. stanovuje rozsah a obsah projektové dokumentace pro stavební řízení, dokumentace pro provádění stavby a dokumentace skutečného provedení stavby. Tato vyhláška neřeší takzvanou realizační dokumentaci, která je nejpodrobnější a nejvíce vypovídá o provedení elektroinstalace. [20]

Projektová dokumentace obsahuje tyto části:

- A. Průvodní zprávu
- B. Souhrnnou technickou zprávu
- C. Situaci stavby
- D. Dokladovou část
- E. Zásady organizace výstavby
- F. Dokumentaci objektů [20]

Všechny tyto části A až F musí projektová dokumentace obsahovat, jejich obsah také definuje uvedená vyhláška. Rozsah jednotlivých částí odpovídá druhu řešeného objektu. V případě, že projektant elektro zpracovává sám dokumentaci stavby pro stavební úřad, musí dokumentace obsahovat všechny zmíněné části. Zpravidla bývá projektant elektro pouze subdodavatelem určité části zabývající se elektroinstalacemi. A pohybuje se tedy v části F. Na popud generálního projektanta doplňuje průvodní zprávu nebo souhrnnou technickou zprávu. [20]

7.2 Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace se také řídí řadou norem, které na ní kladou požadavky. Mělo by být použito normalizovaných symbolů a uvedený přehled použitých značek s popisem. Pro elektrotechnické výkresy platí například normy ČSN EN 61082 soubor – *Zhotovování dokumentů používaných v elektrotechnice*, IEC 60617 DB *Grafické značky pro schémata*, ČSN EN 61175 ed. 2 *Průmyslové systémy, instalace a zařízení a průmyslové produkty – Označování signálů*, ČSN ISO 14617 soubor – *Grafické značky pro schémata*. [20]

8 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout a seznámit se s teoretickými znalostmi, které jsou potřebné pro návrh realizačního projektu elektroinstalace a tvorby projektové dokumentace elektro a na základě těchto poznatků převážně z platných norem vytvořit kompletní projektovou dokumentaci pro komerční objekt. Při tvorbě této dokumentace pro komerční objekt, kterým je dřevozpracující dílna, je dále cílem osvojit si základní dovednosti s potřebnými projekčními programy.

V první teoretické části práce se zabývám souhrnem některých teoretických znalostí potřebných k vytvoření projektové dokumentace elektro a problematikou silových a datových instalací. Jednotlivé kapitoly čerpají především z platných norem ČSN. Normy, které se zabývají danou problematikou, jsou vždy uvedeny na začátku dané kapitoly pro případ nenalezení potřebných informací v práci a nahlédnutí do normy samotné. Jelikož jsou některé normy velice obsáhlé, není možné veškeré požadavky a informativní údaje normy vtěsnat do této práce. V úvodní části se věnuji popsáním vnějších vlivů a vytvořením protokolu o vnějších vlivech. Určení vnějších vlivů by mělo předcházet každému projektovému návrhu, revizi nebo používání elektrické instalace. Z protokolu o určení vnějších vlivů vyplývají požadavky na elektrickou instalaci hlavně z hlediska bezpečnosti. V další kapitole uvádím ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti a definuji značení krytí elektrických zařízení. Dále se věnuji obsáhlé kapitole kabelových rozvodů a elektroinstalaci. Popisuji uložení kabelů a vymezení instalačních zón v bytových prostorách, definuji požadavky na elektroinstalaci v prostorách umývacích nebo s vanou a sprchou. Popisuji zásuvkové a světelné obvody a některé spínací prvky. Ze slaboproudé elektroinstalace se věnuji datovým rozvodům a elektronickému požárnímu systému. Uvádím výhody a nevýhody a možná použití různých detektorů, popisuji ústřednu a propojení systému EPS. V další kapitole řeším kompletní návrh vnitřní a vnější ochrany před bleskem. Jsou definovány třídy LPS a stanovení rizika. Rizika (řízení rizika) počítáme, abychom danému objektu zabezpečili dostatečně kvalitní návrh LPS pro dané podmínky. Dále uvádím metody návrhu jímací soustavy, používané typy zemnicí soustavy a popisuji způsob vnitřní ochrany, která likviduje následky po úderu blesku. Následující kapitola je velice důležitá, jelikož se v ní zabývám požadavky na elektroinstalaci v prostorách s nebezpečím požáru v důsledku zpracovaných nebo skladovaných hmot. A v závěru popisuji obecné zásady projektové dokumentace.

V druhé praktické části bakalářské práce se zabývám vytvořením kompletní projektové dokumentace elektro pro realizaci dřevozpracující dílny. Projektová dokumentace je tvořena textovou i výkresovou částí a obsahuje technickou zprávu, určení protokolu o vnějších vlivech, ve kterém je objekt rozdělen do určitých částí a v těchto dílčích částech jsem definoval vnější vlivy a odvodil požadavky na elektroinstalaci. Dále dokumentace obsahuje návrh zásuvkových a světelných obvodů. Návrh osvětlení je podložen výpočtem osvětlení programem DIALux ve všech místnostech objektu. Výrobní hala truhlárny je dispozičně složitě členěna, a proto je tato místnost ve výpočtech doplněna ještě o výpočtové oblasti, které představují jednotlivá pracoviště a tím pádem mají výpočty vyšší vypovídající hodnotu. V dokumentaci také řeším kompletní návrh ochrany před bleskem, který je doplněn o výpočet rizik z programu Prozik od OEZ. Dřevozpracující dílna spadá do třídy ochrany II před bleskem, to například znamená vyšší nároky na LPS než u běžných rodinných domů, které spadají do třídy LPS III. Pro návrh jímací soustavy jsem použil všech metod, kterými jsou valící se koule, ochranný úhel a mřížová soustava. Přepětová ochrana v objektu je řešena ve všech třech stupních. Dále jsem navrhl elektronický požární systém. Zde jsou detektory a akustické případně optické výstupy voleny s ohledem na

charakter prostor, ve kterých jsou instalovány. Navrhnul jsem hlavní a podružný rozváděč objektu a dokumentaci doplnil o soupis materiálu.

Projektovou dokumentaci jsem vytvořil v souladu s momentálně platnými normami a předpisy. Návrh jsem naprojektoval ve snaze s přihlédnutím na funkčnost, hospodárnost a maximální bezpečnost na základě souhrnu problematiky silových a datových instalací. Proto je možné cíle práce považovat za splněné.

Vypracováním této bakalářské práce jsem načerpal zajímavé zkušenosti, které jsou důležité pro projekční činnost. Práce projektanta je založená na praktických zkušenostech, kterých se dosáhne dlouhotrvající praxí. Tato práce mi ucelila představu, že bych se touto cestou projektanta elektro chtěl vydat.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BERKA, Štěpán. *Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi 2*. Brno: Computer Press, 2017.
- [2] KLIMŠA, David. *Vnější a vnitřní ochrana před bleskem. 2.*, aktualizované vydání, Praha: IN-EL, 2014. ISBN 978-80-86230-99-3.
- [3] ČSN EN 62305-3 ed. 2. *Ochrana před bleskem: Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života*.
- [4] ČSN EN 62305-2 ed. 2. *Ochrana před bleskem: Část 2: Řízení rizika*.
- [5] ČSN EN 62305-1 ed.2. *Ochrana před bleskem: Část 1: Obecné principy*.
- [6] ČSN TNI 33 2000-5-51. *Elektrická instalace nízkého napětí. Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy. Vnější vlivy, jejich určování a protokol o určení vnějších vlivů*.
- [7] ČSN 33 2000-5-51 ed.3. *Elektrická instalace nízkého napětí. Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy*.
- [8] ČSN 33 2130 ed.3. *Elektrická instalace nízkého napětí. Vnitřní elektrické rozvody*.
- [9] ČSN 33 2000-7-701 ed.2. *Elektrická instalace nízkého napětí. Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Prostory s vanou nebo sprchou*.
- [10] ČSN 33 2180. *Připojování elektrických přístrojů a spotřebičů*.
- [11] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem 2.*, zcela přepracované vydání. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [12] ČSN EN 60669-1 ed.3. *Spínače pro domovní a podobné pevné elektrické instalace. Část 1: Obecné požadavky*.
- [13] Schéma zapojení vypínačů. Tympol Plus. E-shop – Elektroinstalační materiál. Tympol Plus [online]. b.r. [cit. 12.12.2019]. Dostupné z: <https://www.tympolplus.cz/obsah/zapojeni-vypinacu>

- [14] ČSN 33 2000-4-41 ed.3. *Elektrická instalace nízkého napětí. Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti, Ochranná opatření před úrazem elektrickým proudem.*
- [15] KALÁB, Pavel a Miloslav STEINBAUER. *Bezpečnost v elektrotechnice* [online]. In: 20.8.2011, s. 70 [cit. 2019-12-12].
- [16] ČSN EN 60529. *Stupně ochrany krytem.*
- [17] ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů. Část 1: Vnitřní pracovní prostory.*
- [18] Elektronická požární signalizace: Základní příručka. Variant [online]. Třebíč, b.r. [cit. 2019-05-6]. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/soubory-ve-skladu/Dokumenty/EPS/Zakladni%20prirucka%20EPS.pdf>
- [19] Strukturovaný kabelážní systém: Příručka. Variant [online]. Třebíč, b.r. [cit. 2019-05-6]. Dostupné z: https://www.varnet.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANUALY%20CS/SKS%20prirucka%20-%20man-a4.pdf
- [20] Dvořáček, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací. 3., přepracované vydání.* Pardubice: IN-EL, 2018, 121 s. ISBN 978-80-87942-39-0.
- [21] Dvořáček, Karel. *Elektrické instalace v dřevostavbách a v provozech pro zpracování dřeva.* Praha: IN-EL, 2013, 72 s. ISBN 978-80-86230-96-2.

10 SEZNAM PŘÍLOH

1. Technická zpráva
2. Protokol u určení vnějších vlivů
3. Řízení rizika
4. Výpočet osvětlení DIALux
5. Soupis materiálu
6. Rozváděč hlavní RH – E1
7. Rozváděč podružný kanceláře RK – E2
8. Dispozice osvětlení – E3
9. Dispozice zásuvkové a datové rozvody – E4
10. Dispozice uzemnění – E5
11. Hromosvod (LPS) půdorys – E6
12. Hromosvod (LPS) pohled 1 – E7
13. Hromosvod (LPS) pohled 2 – E8
14. Hromosvod (LPS) detail svodu – E9
15. Dispozice EPS a nouzového osvětlení únikové cesty – E10